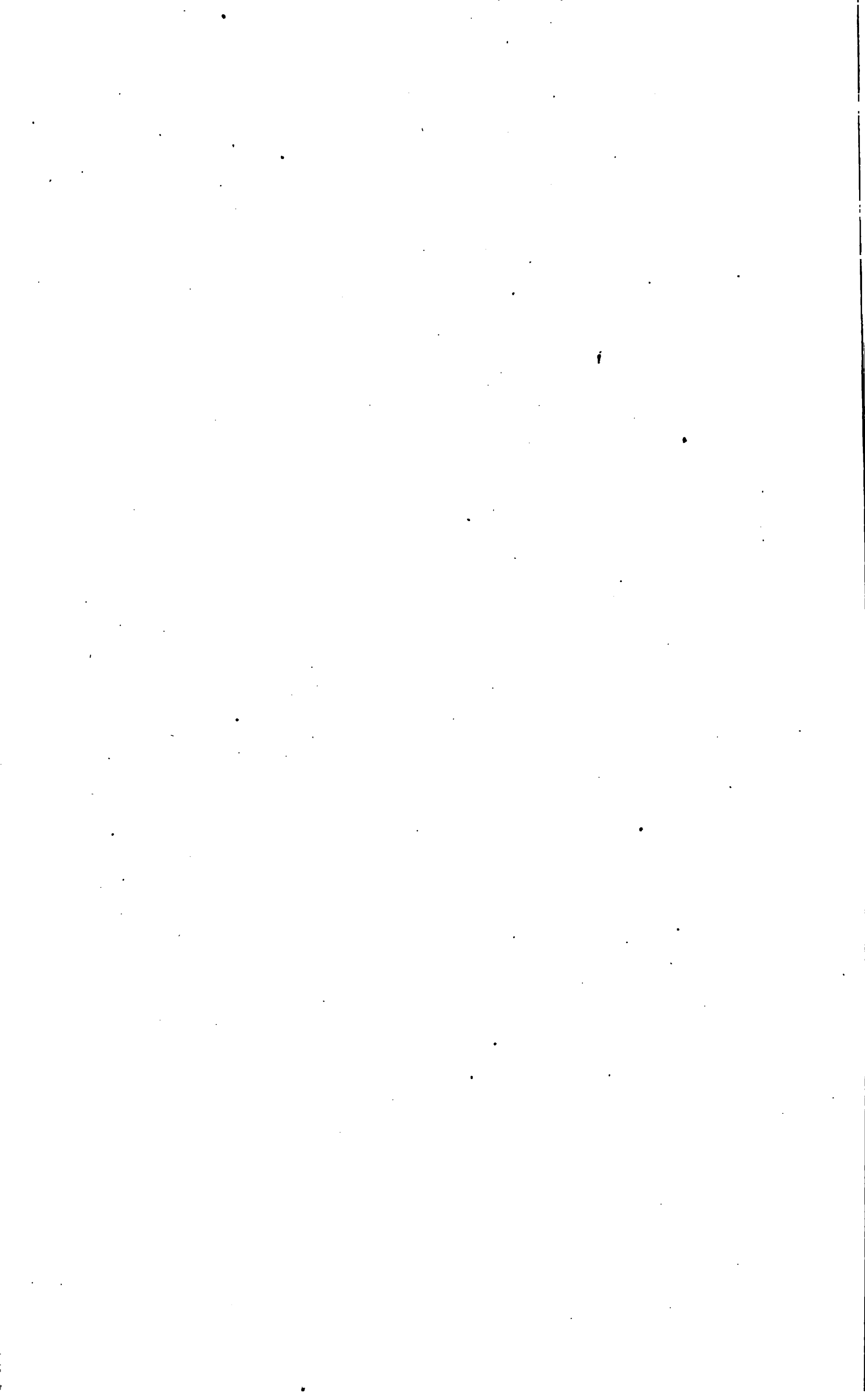
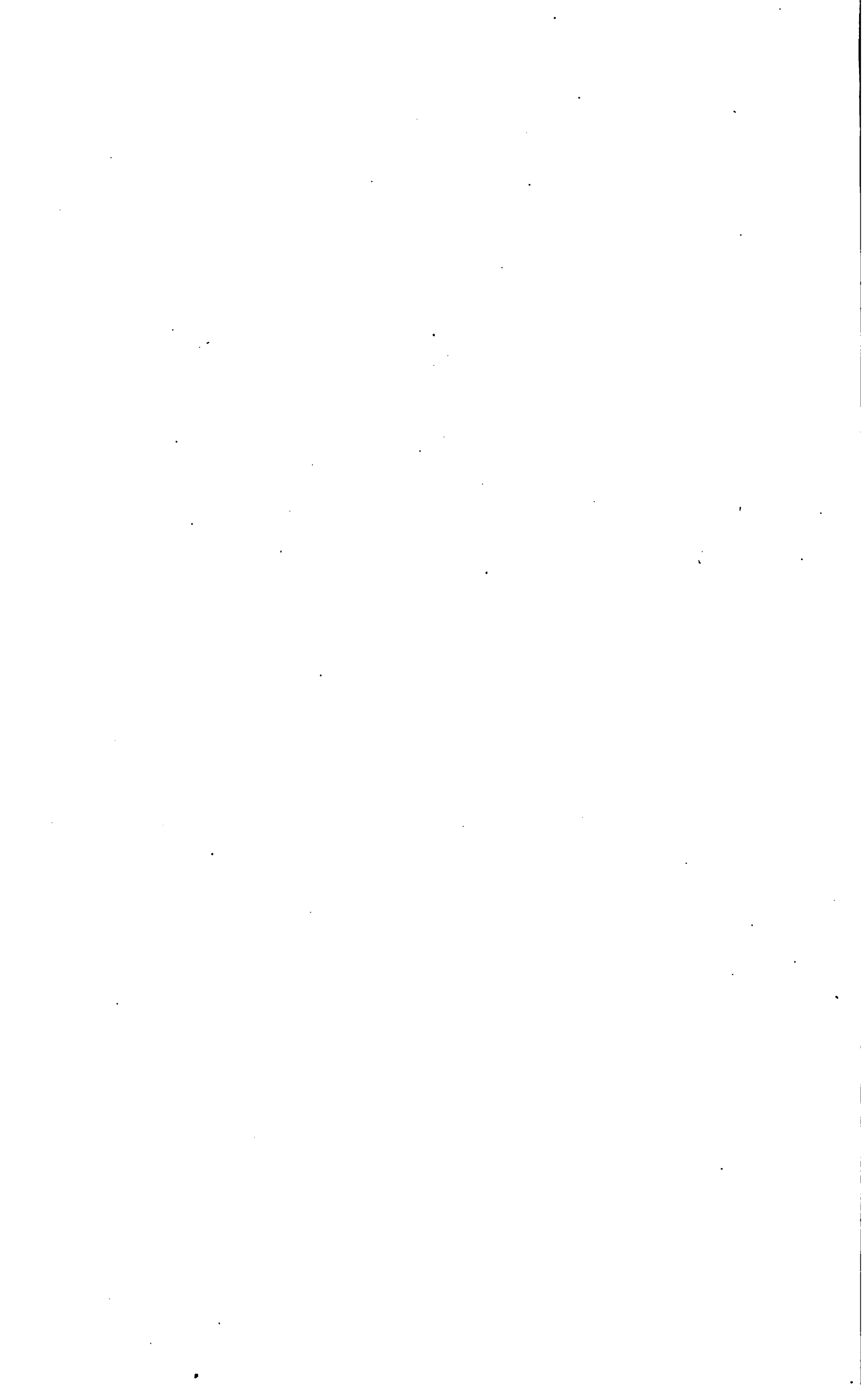






Beitrag zur Petrographie

der

Sandwich- und Samoa-Inseln.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

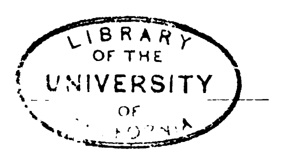
der

hohen philosophischen Facultät der Universität Marburg

vorgelegt von

Fritz Möhle

aus Iserlohn.



Marburg 1901.

Von der philosophischen Facultät
als Inaugural-Dissertation
angenommen am 9. November 1901.

Druck von Carl Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.





Das gelegentlich einer zoologischen Forschungsreise in den Jahren 1896—1897 von Herrn Professor Dr. H. Schauinsland, dem Director des Bremer Museums für Natur-, Völker- und Handelskunde, von den Sandwich- und Samoa-Inseln mitgebrachte und dem Marburger Mineralogischen Institut zur Untersuchung überwiesene Gesteinsmaterial wurde mir von dessen Director, Herrn Geh. Reg.-Rath Professor Dr. Max Bauer zur Bearbeitung überlassen. Das Material wurde noch durch kleine Sammlungen des Herrn Marinestabsarztes Dr. Aug. Krämer, welche das Stuttgarter Museum bereitwilligst zur Verfügung stellte, sowie durch eine von Herrn Dr. B. Funk, praktischem Arzt in Apia, in liebenswürdigster Weise von den verschiedensten Punkten Upolus und Savaiis zusammengestellte Reihe von Gesteinsproben, welche er mir direct übermittelte, ergänzt und erweitert. Die im folgenden in () angeführten Zahlen beziehen sich auf die Nummern der Schauinsland'schen Sammlung.

Ich nehme hier Gelegenheit, den genannten Herren für die Überweisung des Materials meinen aufrichtigen Dank auszusprechen; vor allem aber sage ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. Max Bauer herzlichen Dank für die mir gebotene rege wissenschaftliche Anregung und die mir stets liebenswürdigst gewährte Unterstützung.

Die Gesteine der Sandwich-Inseln.

Zur mikroskopischen Physiographie der Gesteine der Sandwich-Inseln liegen ausser einigen kleineren Beiträgen, welche gelegentlich unten citirt werden, drei grössere Arbeiten

vor, und zwar von KRUKENBERG (Diss. Tübingen 1877), von COHEN (dies. Jahrb. 1880. II. 23—60) und von EDWARD S. DANA (American journal of science, 1889, june). Während die Arbeit von KRUKENBERG sich wesentlich auf glasige Basalte der Insel Hawaii beschränkt, beschreibt COHEN ausser solchen auch eine grössere Reihe nicht glasiger Laven von allen Hauptkratern der gleichen Insel; er unterscheidet unter denselben typische Plagioklasbasalte, typische Augitandesite und eine zwischen diesen beiden Gesteinsfamilien vermittelnde Übergangsgruppe. Auch E. S. DANA's „contributions to the petrography of the Sandwich-Islands" behandeln zumeist Gesteine der Insel Hawaii und zwar vorzugsweise die Laven des Mauna Loa und des Kilauea; an deren Betrachtung schliesst sich die Beschreibung von etwa zwölf Laven von der Insel Maui und eine kurze Aufzählung einiger Gesteine von der Insel Oahu an. Die petrographische Beschreibung der mir vorliegenden Gesteinsreihe bietet somit eine Ergänzung und Erweiterung der durch oben genannte Arbeiten gewonnenen Kenntnisse der Gesteine der Sandwich-Inseln, da das Material Gesteine von fast allen Inseln dieser Gruppe umfasst und besonders reich ist an Laven von der grösseren, aber noch wenig bekannten Insel Molokai. In der folgenden Besprechung sind die Gesteine von jeder Insel für sich zusammengefasst, und die einzelnen Inseln folgen einander in der Reihenfolge ihrer geographischen Lage, in welcher sie sich an Hawaii von Osten nach Westen anreihen: Maui, Molokai, Oahu, Kauai, Necker und Laysan.

Maui.

Von der Insel Maui liegen etwa 25 Laven vor, welche alle vom Westen der Insel aus der Nähe von Lahaina stammen. Ihre Untersuchung verdient daher wohl Interesse, weil DANA nur 3 Gesteine aus dieser Gegend beschreibt; die übrigen von ihm beschriebenen 9 Stücke gehören nach Ost-Maui, zum Gebiet des Haleakala. Aus diesem Gebiete stehen mir nur zwei dunkle poröse Laven zur Verfügung, die eine von der Spitze des Haleakala, die andere von Wailuku; beide sind im Gegensatz zu den von E. S. DANA von dort beschriebenen Basalten arm an Olivin.

Die Lava vom Haleakala zeigt u. d. M. eine dunkle, theils schlackige, theils in unzählige winzige Magnetitkörnchen, braune Augitkörnchen und spärliche Feldspathnädelchen sich auflösende Grundmasse, welche von grösseren, einsprenglingsartigen, z. Th. fluidal geordneten Feldspathleisten mit gegabelten Wachsthumsformen durchsetzt ist. Grössere rundliche Augite sowie Olivine sind weniger zahlreich, letztere sind durch ausgeschiedene Eisenoxyde bezw. Hydroxyde rothbraun gefärbt; auch der Magnetit tritt deutlich in grösseren Formen einer älteren Generation auf; feine Nadeln von Apatit finden sich reichlich.

Die Lava von Wailuku ist etwas heller; sie enthält weniger Erz und zeigt eine holokrystalline, weniger feinkörnige Grundmasse; der hellbraune Augit tritt sowohl in der Grundmasse wie unter den Einsprenglingen an Menge hervor.

Ähnlich erweisen sich auch die Laven von West-Maui bis auf zwei Ausnahmen als typische olivinhaltige Plagiosklasbasalte; die beiden hiervon abweichenden Gesteine mögen in der Besprechung vorangestellt werden.

Das erste derselben (9) entspricht nach seinem auffallenden und besonderen Charakter wohl den von E. S. Dana unter [28] und [32] angeführten Typen. Es ist ein weisslich graues, zwischen den Fingern fast zerreibliches, sehr feinkörniges Gestein, welches sich u. d. M. als wesentlich aus Feldspath zusammengesetzt erweist, von dessen meist kleineren Körnern einzelne grösser und einsprenglingsartig entwickelt sind und dann zonaren Aufbau zeigen. Manche der grösseren Körner zeigen keine Zwillingsnaht und löschen gerade aus, sodass sie als Orthoklas bestimmt werden dürfen, die meisten Feldspathkörner aber haben auf der Basis gegen die Zwillingsnaht eine geringe Auslöschungsschiefe und sind wohl saure Plagioklase; es stimmt hiermit der Kieselsäuregehalt des Gesteins überein, welcher zu 61,48 % SiO_2 bestimmt ist. Das Gestein zeigt im Dünnschliff eine panidiomorphe trachytoide Structur; in der Feldspathmasse liegen nicht zu reichlich kleine Magnetitkörner und etwas grössere idiomorphe Körner oder strahlige Aggregate eines schön weingelb gefärbten Minerals, welche meist nur im klaren Rande ihre schöne Färbung erkennen lassen, im Inneren durch submikroskopische

Einschlüsse staubig getrübt sind; das Mineral ist nicht pleochroitisch, hat eine starke Doppelbrechung und löscht bald mehr, meist aber wenig schief aus; es wird von conc. HCl wie auch von kalter HFl wenig angegriffen, und es muss trotz seines eigenartigen Aussehens wohl doch für ein Augitmineral angesprochen werden. Der von E. S. DANA in seinen Gesteinen [28] und [32] constatirte Biotit sowie die von ihm vermuthete Hornblende sind im vorliegenden ähnlichen Gestein (9) nicht beobachtet. Im übrigen aber kann ich mit DANA wiederholen, dass dieses als Augitandesit zu benennende Gestein sich aus allen anderen vorliegenden Gesteinen dieser Inselgruppe einzigartig heraushebt.

Das zweite von dem hauptsächlich vertretenen normalen Plagioklasbasalttypus abweichende Gestein (13) ist ein dunkelgrauer, deutlich körniger holokrystallin porphyrischer Melilithnephelinbasalt. Die ziemlich grosskrystalline Grundmasse setzt sich zusammen aus Melilith, Nephelin, Augit, Magnetit und wenigen Apatitnadeln; in ihr liegen sehr zahlreiche und z. Th. sehr grosse Olivineinsprenglinge eingebettet. Der Olivin ist sehr frisch und farblos; er führt grössere Zonen von Flüssigkeitseinschlüssen und schliesst gern Magnetitkörnchen ein. Bemerkenswerth sind seine zahlreichen Zwillingsbildungen: man beobachtet sehr schöne Penetrationszwillinge nach einem Klinodoma, sowie zahlreiche Zwillinge, wie sie von Doss (TSCHERMAK's Min. petr. Mitth. 7. 1886. Taf. IX) abgebildet und als nach ∞P verzwillingt angegeben sind; in diesen löschen beide Individuen gleichzeitig parallel der Zwillingsgrenze aus, zeigen aber sonst verschiedene Polarisationsfarben. Es mag noch angegeben werden, dass die Olivinkörner durch conc. HCl nur wenig angegriffen werden. Neben dem Olivin erreichen auch einige Melilithkörner durch ihre Grösse einsprenglingsartigen Charakter; im allgemeinen sieht man den Melilith in ziemlich grossen, idiomorphen, leistenförmigen, gerade auslöschenden Schnitten, während sich basische Schnitte von rundlich unregelmässiger Form nur vereinzelt finden. Das Mineral zeigt geringe gelbgrünliche Färbung und schwachen Dichroismus; die basischen Spaltrisse werden fast stets, die Pflockstructur gar nicht beobachtet; als Einschlüsse beherbergt der Melilith Erzkörnchen und spärlich Augitmikrolithe; nach

dem Erz und Olivin erscheint er als älteste Ausscheidung. An Menge überwiegt er etwas den Nephelin, welcher zumeist in scharfbegrenzten Formen, weniger als allotriomorphe Füllmasse auftritt; zumal gegen den Augit zeigt dieser seine idiomorphe Begrenzung und seine Ausscheidung muss vor der des Augits begonnen haben. Der Augit ist bräunlichgrün, schwach dichroitisch und fast nur in unregelmässigen allotriomorphen Körnern ausgebildet; er schliesst viel Erzkörner ein. Magnetit ist reichlich im Gestein. Der sonst so häufige Begleiter des Meliliths, der Perowskit, tritt hier nicht auf. Nach dieser Beschreibung ergiebt sich, dass der vorliegende Melilithnephelinbasalt ein etwas anderes mikroskopisches Bild zeigt als der schon von Oahu bekannte Melilithbasalt, welcher als Schiffsballast nach Hamburg gekommen und von WICHMANN, COHEN und STELZNER beschrieben ist. Es sei hier vorweggenommen, dass unter den mir vorliegenden Gesteinen von Oahu ein diesem zweiten Typus analoger Melilithbasalt angetroffen wird. Es wird dadurch auch für den nur als Ballast zugeführten Melilithbasalt der Ursprung von Oahu wohl zweifellos gemacht und es ist gewiss interessant, dass mit dem hier beschriebenen Vorkommen der Melilithbasalt, wenn schon in etwas anderer Varietät, nun auch von einer zweiten Insel der Sandwichgruppe bekannt wird.

Die übrigen reichlich 20 Laven von Maui sind meist normale Plagioklasbasalte. 4 derselben sind dunkelgraue, ziemlich compacte Basalte, der Rest setzt sich aus dunkelbraunen, grossblasigen schlackigen Laven zusammen, welche z. Th. die Stromoberflächenform erkennen lassen. Diese blasigen Laven stammen aus einem Bohrloch von 40—80 Fuss Tiefe in der Nähe von Lahaina; sie sind wie makroskopisch so auch mikroskopisch alle sehr ähnlich oder gleich. Es sind hypokrystallin-porphyrische Basaltlaven, deren dunkle Grundmasse bei einigen schlackig ist, bei anderen sich unter starker Vergrösserung in kleine Magnetitkörner und dunkelbraune Augitkörnchen auflöst; neben diesen zeigen sich dann vereinzelte Feldspathnädelchen und Olivinkörnchen. Man beobachtet als gewöhnlich nicht sehr grosse Einsprenglinge: Krystalle von Feldspath, Augit und Olivin; die Feldspathe zeigen häufig, die Olivine zuweilen gegabelte Wachsthums-

formen (vergl. E. S. DANA, Fig. 4m). Die Olivine sind ausnahmslos durch Ausscheidung von Eisenoxyden bezw. -Hydroxyden rothbraun gefärbt.

Von den 4 grauen, mehr compacten Basalten sind zwei (12) und (8) sehr feinkörnig, fast dicht; sie setzen sich gleichmässig aus Feldspath, bräunlichem Augit und Erz zusammen; als Erz trifft man im ersten Ilmenit, im zweiten Magnetit an; grünlich gefärbte Olivinkörner finden sich in beiden nicht sehr reichlich. Im dritten Gestein (8b) tritt der Augit zurück, an seiner Stelle reichert sich der Olivin an; Olivin, Feldspath und Magnetit treten in zwei Generationen auf; sehr vereinzelt finden sich Körner von graubraunem Nosean mit breitem, opakem Rand. Der vierte Basalt (3) führt in einer ziemlich grosskörnigen holokrystallinen Grundmasse von Feldspath, Augit, Olivin und viel Magnetit sehr zahlreiche grosse Einsprenglinge der drei erstgenannten Mineralien. Die Olivineinsprenglinge stehen nach Menge und Grösse an erster Stelle; sie sind randlich corrodirt und zeigen an den Rändern und auf Spalten die beginnende Ausscheidung von Eisenoxyden; manche Körner beherbergen Zonen von Flüssigkeitseinschlüssen. Die hellbraunen Augite zeigen schöne Kniezwillingsformen sowie Zwillinge nach $\infty P \infty$; schlackige Einschlüsse sind in ihnen selten. Reichlicher finden sich solche in den gern tafelförmigen Feldspathen.

Molokai.

Molokai ist ebenso wie die anderen Sandwich-Inseln ganz aus vulcanischem Material und Korallenkalken aufgebaut (vergl. JAMES D. DANA, United States Exploring Expedition, Geology, New York 1849, und SCHAUINSLAND, Ein Besuch auf Molokai; Bremen 1900, Abhandl. d. Naturw. Ver. **16**. Heft 3). Die zahlreich vorliegenden Proben von Korallenkalken geben hier keinen Anlass zur weiteren Besprechung; es sei nur erwähnt, dass mächtige Conglomerate von Basaltbrocken und Korallenkalktrümmern zumal im nordwestlichen Theil der Insel bis zu mehreren Hundert Fuss Höhe angetroffen werden. Von den vulcanischen Gesteinen der Insel liegt reiches Material zur Untersuchung vor; ausser einigen Tuffen und secundär gebildeten Gesteinsproducten, welche am Schluss mit

einigen Worten berührt werden, sind etwa 50 Gesteine mikroskopisch untersucht, deren Fundorte sich über die ganze Insel vertheilen. Ein grosser Theil dieser Laven stammt vom Rand der Pali, d. h. der an der Nordküste der Insel in einer Höhe von ca. 600 m fast senkrecht zum Meere abstürzenden Gebirgskette; nach SCHAUINSLAND sind diese Steilwände aus wechselnden Lagen vulcanischen Gesteins vollkommen concordant aufgeschichtet.

Die sämmtlichen Laven erweisen sich nach dem mikroskopischen Befunde als Ergussformen typisch basaltischer Magmen und sind also wesentlich aus Plagioklas, Augit, Olivin und Erz zusammengesetzt. Nur nach dem sehr wechselnden Mengenverhältniss und der verschiedenen Ausbildung der Gemengtheile, sowie nach der dadurch sehr mannigfach variirten Structur lassen sich zwischen den Laven Unterscheidungen treffen und einzelne, wenn auch nicht scharf getrennte Typen aufstellen. Einer eingehenderen Besprechung der behufs übersichtlicher Beschreibung gruppenweise zusammengefassten Laven mögen einige Bemerkungen über die Gemengtheile derselben vorangeschickt werden.

Der Plagioklas tritt allgemein gern in zwei Generationen auf; die Feldspathe erster Generation haben vorwiegend die Form langer, seitlich scharf begrenzter Leisten; tafelförmige Schnitte mit Zonarstructuren werden nur in der unten als „andesitähnliche Basalte" abgesonderten Gruppe beobachtet. Die Auslöschungsschiefen in Schnitten parallel der Basis gegen die Zwillingsnaht gemessen, sind meist sehr gross und charakterisiren die Feldspathe als basische Glieder der Plagioklasreihe. Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz ist allgemein, die Lamellen sind meist breiter und weniger zahlreich. Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz finden sich häufig, solche nach dem Periklingesetz seltener; vereinzelt werden auch schöne Kreuzalbitzwillinge beobachtet. Die Feldspatheinsprenglinge sind in der Regel frisch und rein, zuweilen schliessen sie aber auch Augit- und Erzkörnchen, sowie Grundmassetheilchen ein. Die Feldspathe zweiter Generation haben die gewöhnliche schmale Leistenform; in Oberflächenlaven mit schlackiger Grundmasse zeigen sie gern gegabelte Enden; Zwillingsstreifung ist auch hier stets deutlich

zu erkennen. Als allotriomorphe Füllmasse wird der Plagioklas selten angetroffen.

Der Augit pflegt ebenso in zwei Generationen aufzutreten. Seine stets braune Farbe zeigt nur selten einen violetten, nie einen grünen Ton; die Einsprenglinge sind meist lichter gefärbt als die Körner der Grundmasse. Dichroismus und Zonarstructur finden sich nie; Zwillingsbildung nach $\infty P \infty$ wird nur selten beobachtet. Der Augit der Grundmasse zeigt sich in einzelnen idiomorph begrenzten Körnchen ausgebildet, oder er bildet kleinkörnige, im polarisirten Licht mosaikartige Aggregate; in den ophitisch struirten Basalttypen zeigt er auch ganz unregelmässige, allotrimorphe Ausbildung; in den Gesteinen endlich, in denen der Augit sehr an Menge zurücktritt, beobachtet man an ihm eigenthümlich schilfige, federartige Fomen, welche den bei E. S. Dana beschriebenen [Fig. 1] ähnlich sind.

Der Olivin findet sich fast nur in erster Generation; zuweilen zeigen zahlreiche Zonen von Flüssigkeitseinschlüssen seine intratellurische Bildung an. Die regelmässige Umgrenzung seiner sechsseitigen oder rechteckigen oder rhombischen Formen ist durch randliche Corrosion meist mehr oder weniger beeinträchtigt. Der Olivin ist durchgängig ziemlich stark umgewandelt und zwar zeigt sich diese Umwandlung bezw. Zersetzung stets in der Ausscheidung von Eisenoxyden- bezw. Hydroxyden, welche die Krystalle bald nur an dem äusseren Rande, bald auf Spalten und Rissen, bald auch durch die ganze Masse tief braunroth färben. Eine andere Zersetzung oder Umwandlung findet sich nie und man darf den Schluss ziehen, dass der Olivin dieser Laven allgemein sehr eisenreich ist. Es sei hier bemerkt, dass die Laven aller hier genannten Sandwich-Inseln die gleiche Zersetzung des Olivins zeigen; dieselbe kehrt auch mit wenigen Ausnahmen in den später zu besprechenden Samoa-Basalten wieder; bei den Olivinen der letzteren beobachtet man dann stets die schon häufiger erwähnte, besonders von Doss (a. a. O.) hervorgehobene Erscheinung, dass die mit beginnender Zersetzung auftretende Braunfärbung sich in feinen parallelen, zur Verticalaxe senkrechten Streifen kenntlich macht, wodurch der Eindruck einer in dieser Richtung den Olivin durchsetzenden

Faserung hervorgerufen wird; bei den Sandwichbasalten tritt diese Erscheinung nicht auf. Andere kleine Abweichungen in den Zersetzungserscheinungen des Olivins der Sandwichgesteine von dem der Samoa-Laven werden bei der Beschreibung der letzteren bemerkt werden. Die tiefbraunrothe Färbung, welche die kleinen Olivinindividuen ganz durchdringt, macht das Auftreten des Minerals auch dort leicht erkennbar, wo es in kleinsten Körnchen oder schmalen Leistchen zweiter Generation in der Grundmasse wiederkehrt.

Erz findet sich bald in grösserer, bald in kleinerer Menge in allen Laven. Der Magnetit ist der häufiger auftretende Vertreter desselben; er findet sich in einzelnen mehr oder weniger regelmässig begrenzten Körnern oder in zierlichen dendritischen Formen; man beobachtet oft deutlich seine Ausscheidung in zwei Generationen. In dem kleineren Theil der Gesteine tritt der Ilmenit an der Stelle des Magnetits als Gemengtheil ein mit seinen charakteristischen leisten- und tafelförmigen Durchschnitten, welche sich in olivinreichen Basalten gern um den Olivin anhäufen und sich senkrecht zur Richtung seiner Hauptaxe orientirt anordnen. In einigen Gesteinen treten Magnetit und Ilmenit nebeneinander auf.

Neben den besprochenen wesentlichen Gemengtheilen der Molokai-Basalte sind noch als weniger hervortretende, nur zuweilen beobachtete Bestandtheile Apatit und Biotit zu nennen. Letzterer findet sich in kleinen, unregelmässigen, stark pleochroitischen Fetzen nur in ein paar Gesteinen vom Abhang der Pali und von Kaunakakoi (13, 36 c, 10). Der Apatit tritt in den Basaltlaven regelmässiger auf, aber nur ausnahmsweise reichlich in grösseren langen Nadeln mit basischen Spaltrissen; gewöhnlich sind seine Nadeln spärlich und winzig, oft fehlen sie auch ganz.

Eigentliche Glasbasis ist in diesen Gesteinen selten; sie gelangt nur in den wenigen sehr augitarmen Varietäten zu wesentlicher Bedeutung; in diesen ist das Glas farblos oder gelbbraun gefärbt. Eine dunkle, erzreiche schlackige Grundmasse findet sich in den Basalten häufiger, zumal in den „andesitähnlichen“ und in den Oberflächenlaven.

Die Structur der Molokai-Basalte ist sehr mannigfach: schon der Beschreibung der einzelnen Gemengtheile nach ist

es natürlich, dass die porphyrische Structur mit vorherrschend holokrystalliner Grundmasse als die häufigste auftritt; es sind dabei nicht so sehr wie gewöhnlich in den Basalten die Olivine, sondern gerade die Augite und noch mehr die Feldspathe, welche durch ihr Auftreten in erster Generation die porphyrische Structur hervorrufen. Der ausgesprochen idiomorphe Charakter der Plagioklase auch in zweiter Generation ist für die Structur dieser ganzen Basaltreihe charakteristisch. Ein anderer Theil der Gesteine, in welchen die Einsprenglinge völlig zurücktreten, zeigt die hypidiomorphkörnige Structur, bei welcher noch die bald geringe, bald bedeutende Korngrösse aller Gemengtheile Unterschiede veranlasst. In einigen Basalten tritt endlich die diabasischkörnige oder ophitische Structur auf, während die eigentlich intersertale sehr selten ist.

Nach dem äusseren Habitus kann man die Molokai-Laven in drei Gruppen trennen: eine etwa 10 Stück umfassende Gruppe von Basalten, welche sich durch grosse porphyrische Feldspathe von den anderen Gesteinen abheben und durch die meist bedeutende Anreicherung an diesen grossen Feldspatheinsprenglingen einen andesitähnlichen Habitus gewinnen; zweitens eine Reihe von rothbraunen blasigen Laven; in der dritten Gruppe vereinigen sich zunächst alle die übrigen meist dichten oder feinkörnigen Basalte von vorherrschend lichtgrauer, zum kleineren Theil auch dunkelgrauer bis schwarzer Farbe; nur eins (22) der zu dieser Gruppe gestellten Gesteine ist sehr grobkörnig und zeigt schon dem unbewaffneten Auge grosse Olivin- und Augiteinsprenglinge. Über die geographische Verbreitung der einzelnen Gruppen geben die vorhandenen Notizen leider nur ganz allgemeine Auskunft; die „andesitähnlichen" Basalte sind ausser einem als „Ankerstein" bezeichneten alle an dem Abhang der Pali gegen die Lepra-Station hin gesammelt. Die Gesteine der beiden anderen Gruppen vertheilen sich auf den gleichen Fundpunkt, auf die Umgebung von Kalae, einer kleinen, im Innern der Insel etwa 500 m hochgelegenen Colonie, von Kaunakakoi, einem an der Südküste gelegenen Hafen, auf dem Weg zwischen diesen beiden Punkten und auf eine von mir nicht näher angebbare Reihe von Fundorten wie Kaluakoi, Keonelele, Moomoomi, Kawaaloa.

Zur äusseren Beschreibung der in der dritten Gruppe vereinigten Basalte ist wenig zu bemerken; einige zeigen bei beginnender Verwitterung eine ausgezeichnet kugelig-schalige, andere eine plattig-schichtige Absonderung; die meisten Stücke sind frisch. Je nach dem Gehalt an Olivin oder Augit, welcher erst durch die mikroskopische Untersuchung erkannt wird, kann man die Laven dieser Gruppe in drei Reihen trennen.

Die erste Reihe, zu welcher die Mehrzahl der Basalte gehört, sind normale olivinführende Plagioklasbasalte; ihr Gehalt an Olivin ist durchschnittlich nicht sehr gross, aber ziemlich gleichmässig; ihr Augitgehalt ist normal.

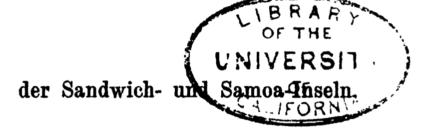
In der zweiten Reihe lassen sich die Basalte zusammenfassen, in welchen der Olivin sehr stark oder gar wie in etwa 6 Stücken (12, 17, 18a, 21, 40, 51) völlig zurücktritt; in diesen reichert sich der Augit gewöhnlich sehr an und scheint mit dem gleichfalls reichlicheren Erz den Olivin zu vertreten.

In den Basalten der dritten, interessantesten Reihe beobachtet man die umgekehrte Erscheinung; diese Gesteine sind nämlich durch das starke Zurücktreten, ja völlige Verschwinden des Augits charakterisirt; neben vielem Erz tritt der Olivin in ihnen besonders reichlich auf und ersetzt so umgekehrt den fehlenden Augit. Besonders typisch sind für diese Reihe zwei sehr hellgraue, äusserst feinkörnige, völlig augitfreie Basalte (10, 26); ihre, wie schon oben erwähnt, reichliche farblose Glasbasis enthält fluidal geordnete Feldspathnadeln eingebettet, der Olivin vertheilt sich in ungewöhnlich kleinen, unregelmässigen Körnen und Nadeln von braunrother Farbe über den ganzen Schliff und wird eng von winzigen Erzkörnchen begleitet; im Gestein (10) finden sich auch noch unregelmässige Biotitläppchen. Cohen beschreibt ähnliche Gesteine von Hawaii in seiner Übergangsgruppe (a. a. O. p. 51—52).

Die nach ihrem rothbraunen, blasig schlackigen Äusseren in der zweiten Gruppe zusammengefassten Laven geben sich z. Th. auch schon an ihrer geflossenen Form, alle aber nach ihrem mikroskopischen Bild als Stromoberflächentheile zu erkennen. Ihre intensiv rothbraune Färbung wird durch

Eisenoxydausscheidung hervorgerufen und der Boden der Insel zeigt nach Schauinsland auf weite Strecken hin diese Farbe. Die Laven zeigen im Dünnschliff viel rothe schlackige Grundmasse mit porphyrischen Plagioklasen, Augiten und weniger zahlreichen Olivinkörnern. Zuweilen ist die Zersetzung des ganzen Gesteins schon so weit vorgeschritten, dass die Plagioklas- und Augiteinsprenglinge, manchmal selbst die Olivinkörner unter gekreuzten Nicols optisch unwirksam sind und dann sich nur noch an ihren Formen bestimmen lassen.

Besonders bemerkenswerth ist endlich die erste Gruppe, deren Basalte durch die grossen Feldspatheinsprenglinge auffallen. Diese porphyrischen Plagioklase haben meist die Form dünner Tafeln, welche bis zu 1 qcm Flächenausdehnung gewinnen, manche sind auch mehr isometrisch ausgebildet. Daneben finden sich auch vereinzelt porphyrische Augite in achtseitig umgrenzten Durchschnitten; in zwei Basalten (19, 51) wird auch hellfarbiger rhombischer Augit angetroffen. Diese älteren Einsprenglinge liegen in einer meist dunklen Grundmasse von viel Erz, kleinen Feldspathleisten und Augitkörnchen eingebettet; bisweilen sind die Gemengtheile der Grundmasse auch nicht völlig individualisirt und die Grundmasse selbst erscheint schlackig. Der Olivin tritt in diesen Basalten mit kleinen rothbraunen Körnern wenig reichlich auf. Die Feldspatheinsprenglinge schliessen Augitkörnchen und schlackige Grundmassetheilchen ein, häufig sind sie durch solche Einschlüsse völlig getrübt. Sie zeigen vielfach die Zonarstructur, zuweilen wechseln Zonen gleicher Auslöschung mit solchen mit davon verschiedener, aber unter sich auch gleicher Auslöschung mehrfach ab. Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz ist allgemein; die in symmetrisch zur Zwillingsgrenze auslöschenden Schnitten gemessenen Auslöchungsschiefen sind sehr gross; die gemessenen doppelten Winkel liegen zwischen 44° und 60°, gehen auch wohl darüber hinaus; die Plagioklase sind also ziemlich basisch und stehen dem Labrador nahe. Diesen Beobachtungen entsprechen die Ergebnisse einiger Kieselsäurebestimmungen der Gesteine selbst; von drei möglichst verschieden aussehenden Stücken ist der Gehalt an SiO^2 gefunden zu 48,21 % [sog. Ankerstein], 46,47 % [15] und 45,11 % [30].



Diese Gesteine sind also trotz ihres für Basalte ungewöhnlichen, mehr den Andesiten entsprechenden makro- wie mikroskopischen Habitus ihrem chemischen Charakter nach den echten Plagioklasbasalten zuzurechnen. E. S. DANA hat die gleiche Beobachtung an Gesteinen von der Insel Maui gemacht; auch er war geneigt, einige derselben nach Structur und mineralogischer Zusammensetzung für Andesite zu halten und erst die Bestimmung ihres Kieselsäuregehalts ergab ihm ihre Zugehörigkeit zu den Basalten. Es erscheint nach diesen Feststellungen nicht unmöglich, dass auch die von COHEN als Gruppe der Augitandesite angesprochenen Gesteine, sowie die seiner zwischen Feldspathbasalten und Augitandesiten vermittelnden Übergangsgruppe sich ihrem Kieselsäuregehalt nach noch als basaltische Laven erweisen können; zwei der von ihm auf p. 54 seiner Abhandlung (a. a. O.) beschriebenen Augitandesite stimmen auch nach dieser Beschreibung vollkommen mit den hier besprochenen Typen überein.

Ein sehr dichter, dunkler Basalt von Kalae (9) muss als der einzige nephelinhaltige für sich angeführt werden. U. d. M. zeigt er neben Augit, Olivin, Magnetit und vorherrschendem Feldspath auch einige vier- und sechsseitige Durchschnitte von Nephelin; auch die HCl-Reaction bestätigt dessen Vorhandensein; das Gestein ist also präciser als Nephelinbasanitoid zu bezeichnen.

Die auf Molokai gesammelten Tuffe verdienen einiges Interesse. Zwei recht helle, ziemlich kleinkörnige Stücke stammen von Kalae, einer, wie schon erwähnt, in etwa 500 m Höhe inmitten der Insel gelegenen Ortschaft. Schon dem unbewaffneten Auge zeigen diese Tuffe neben vulcanischem Material viel kalkige Substanz und u. d. M. lassen sich deutlich Reste mariner Organismen, wie Bruchstücke von Foraminiferen u. dergl., erkennen, welche zu ungefähr gleichem Antheil mit glasigen und schlackigen Lapilli den Tuff zusammensetzen. Solche aus vulcanischem Material und Organismenresten gemischte Tuffe liegen noch in mehreren Stücken von verschiedenen, ebenfalls hochgelegenen Punkten aus dem nordwestlichen Theil der Insel vor. Ein dritter Tuff von Kalae ist dagegen rein basaltisch; seine Lapilli sind theils rein glasige, blasige Auswürflinge von brauner Farbe, theils

dunklere schlackige Massen mit einzelnen ausgeschiedenen Feldspathleistchen und spärlichen Augitkörnern, theils auch holokrystallin erstarrte Basaltlapilli, welche nach Structur und Zusammensetzung manche der vorher besprochenen Basaltvarietäten wiederholen; daneben findet sich reichlich Olivin in einzelnen, grossen, randlich corrodirten Krystallen; isolirte rundliche Augitkörner sind nicht so häufig.

Bemerkenswerth sind ferner grobe Tuffconglomerate, welche sich aus feinkörnigem Tuff und grösseren, rundlichen, dunklen Basaltbrocken zusammensetzen und welche ausserdem kuglige, weissgraue Massen mit nieriger Oberfläche einschliessen; viele dieser weissgrauen Kugeln liegen auch isolirt bei dem Material. Beim Zerschlagen erweisen sich diese Knollen als nicht in ihrer ganzen Masse homogen; die äusseren Theile sind trübe, grauweiss und ziemlich hart, während die inneren Kerne sehr homogen erscheinen in reinweisser Farbe und viel weniger hart sind. Diese knolligen Massen sind einer qualitativen Analyse nach von alunitähnlicher Zusammensetzung, es sind wasser- und kalihaltige Thonerdesulfate; in der homogenen reinweissen Kernmasse ist der SO_3-Gehalt zu 35,49 % und der Al_2O_3-Gehalt zu 38,74 % bestimmt worden. Über die Bildung dieser Knollen in den Tuffen lässt sich nach dem vorliegenden Material nichts Bestimmtes sagen; man darf sie vielleicht für Producte einer durch spätere Solfatarenthätigkeit bewirkten Zersetzung grösserer Auswürflinge halten; sie stehen auch wohl dem von der Insel Kauai beschriebenen und Kauaiit genannten Mineral (E. Goldsmith, Volcanic Products from Hawaian Islands; Proceeding Academy Nat. Science, Philadelphia 1894) nahe.

Von anderen secundär gebildeten Producten der basaltischen Laven finden sich unter dem Material noch mehrere braune, schalige Basalteisensteine und rundliche Chalcedonknollen.

Es bleiben endlich noch zwei geröllartig abgerundete Gesteine zu besprechen. Das Eine etwa von der Grösse eines Hühnereis und von dunkler, bräunlicher Farbe ist eine Augitolivinbombe und wird in der Reihenfolge der Mengenbetheiligung aus rhombischem Augit, Olivin, monoklinem Augit und Picotit zusammengesetzt. Der Hauptgemengtheil ist ein

grünlichbrauner Bronzit, dessen Körner zuweilen deutlichen Dichroismus in bräunlichgrünen bis röthlichen Tönen zeigen; die für die Bronzite der Olivinknollen charakteristischen, in Zonen zusammenliegenden, meist schlauchförmigen Flüssigkeitseinschlüsse sind auch hier häufig. Der Olivin zeigt die gleichen Interpositionen; seine vorgeschrittene Zersetzung giebt sich an der besonders an den Rändern und auf Rissen reichlich erfolgten Ausscheidung von dunkelbraunen Eisenhydroxyden zu erkennen. Tiefgrüner monokliner Augit, der sogen. Chromdiopsid tritt an Menge bedeutend gegen die beiden erstgenannten Mineralien zurück; er schliesst zahlreiche winzige bräunlichgrüne Interpositionen ein, welche seine Auslöschung nicht beeinträchtigen, also selbst isotrop sind; bei Besprechung der Olivinbomben von Oahu ergiebt sich die Gelegenheit, auf diese Einschlüsse zurückzukommen. Der Picotit findet sich in einzelnen unregelmässigen, meist opaken Körnern; er wird aber auch stellenweise mit brauner, an sehr dünnen Stellen mit bräunlichgrüner Farbe durchscheinend. Alle Gemengtheile treten in vollkommen unregelmässiger Begrenzung auf; irgendwelche magmatische Resorptionswirkungen werden an ihnen nicht bemerkt.

Das zweite Gesteinsstück ist etwa nur halb so gross; in seinem Hauptgemengtheil, einem hellen Feldspath, sieht man dunkle unregelmässige Augitkörner z. Th. in annähernd parallelen Zügen eingelagert. U. d. M. zeigt das Gestein die Zusammensetzung eines Olivingabbros, in welchem alle Gemengtheile völlig unregelmässige Umgrenzung haben. Die Feldspathkörner herrschen an Menge vor; sie sind auffallend frisch und klar und zeigen vielfache Zwillingslamellirung; sie gehören zu den basischen Plagioklasen, da die in symmetrisch zur Zwillingsgrenze auslöschenden Schnitten gemessenen Auslöschungsschiefen im doppelten Winkel meist über 60^0 gehen. Als zweiter wesentlicher Gemengtheil findet sich ein grüner, monokliner Augit, welcher sich durch seine Theilbarkeit nach $\infty P \infty$ und die in deren faserigen Rissen ihn erfüllenden Einschlüsse deutlich als Diallag charakterisirt. Parallel mit dieser Theilbarkeit ist fast stets ein gleich grüner monokliner Augit mit dem Diallag verwachsen, welcher sich durch das Fehlen der Theilbarkeit wie der Einschlüsse, sowie

durch die um wenige Grade geringere Auslöschungsschiefe deutlich von letzterem unterscheidet. Beide stets zu einem Korne verwachsene monokline Augite sind ferner noch von schmalen Lamellen eines rhombischen Pyroxens parallel ihrer Verwachsungsrichtung durchsetzt. Die Augitkörner schliessen viele Erzkörnchen ein. Der Olivin erscheint in einigen grösseren grünlichen Körnern, sowie in kleinen unregelmässigen Fetzen; die starke Braunfärbung, welche die kleinen Individuen ganz



Fig. 1.

durchdringt, weist auf die gleiche Zersetzung, wie sie die basaltischen Olivine zeigen. Die Mineralkörner haben, wie schon erwähnt, keine irgendwie krystallographisch bestimmte Umgrenzung; die Plagioklaskörner sind alle rundlich geformt, während die farbigen Gemengtheile sich durch sehr unregelmässig gebuchtete Umrandungen auszeichnen; an den Ecken und Enden setzen sie sich mit eigenthümlichen Zwickeln und Lappen fort. Mit dieser Erscheinung hängt eine weitere Structureigenthümlichkeit zusammen, welche Fig. 1 deutlich wiedergiebt: Der ganze Gesteinsschliff ist wie von einem bald

mehr, bald weniger grossmaschigen Netz überzogen, welches von einem graubraunen Glase gebildet wird; die einzelnen Mineralkörner füllen die Maschen dieses Glasnetzes aus; das Glas häuft sich an den Rändern der Augite und Olivine an, die Glaswände werden breiter und das Netz selbst enger und dichter; die erwähnten apophysenartigen Zwickel sind von besonders breiten, braunen Glasmengen umgeben und es schliessen sich an sie in gerader oder gebogener Linie viele kleine isolirte Körnchen von Augit bezw. Olivin reihenartig an, um welche herum der Glashof stets breiter wird und welche selbst in langer Linie gleichzeitige Auslöschung zeigen, so dass diese reihenartig zusammenliegenden Körnchen jedesmal wie Reste eines grösseren Individuums erscheinen. Das ganze Bild erzeugt den Eindruck, als ob das Glasnetz durch eine auf die farbigen Gemengtheile ausgeübte magmatische Resorption secundär gebildet sei. Die grösseren Augit- und Olivinkörner erscheinen theils wie randlich eingeschmolzen, theils wie in viele kleinere Körnchen aufgelöst, welche dann ihrerseits theils völlig, theils bis auf kleine Reste resorbirt worden sind. Die Entscheidung, ob dieser Knollen ein Bruchstück eines von den Basaltlaven durchbrochenen Olivingabbros ist oder ob er eine gabbroähnliche Tiefenausscheidung des basaltischen Magmas darstellt, lässt sich nach dem wenigen Material nicht treffen. Bei der letzteren Annahme findet man für diesen Knollen Analogien in den protogenen Plagioklasaugitknollen, welche u. a. Rinne aus dem Basalt des Habichtswaldes beschreibt („Über norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra und Fulda“, Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt 1897), sowie in den gabbroartigen Einschlüssen im Basalt von Hohwiese im Königreich Sachsen, welche nach Herrmann und Beck in inniger genetischer Beziehung zum Basalt stehen (Erläuterungen zur Section Hinter-Hermsdorf-Daubitz; geol. Specialkarte d. Königr. Sachsen, p. 47 u. ff.).

Oahu.

Neben zahlreichen Tuffen von Pearl harbour, vom Punshbowle Hill und aus der Salt lake region enthält das Material von Oahu nur zwei basaltische Laven aus der Umgebung

von Honolulu, welche etwas porös und von dunkelgrauer Farbe sind.

Der eine dieser Basalte (13b) fand schon als der den Beschreibungen von Wichmann (dies. Jahrb. 1875. II. p. 172), von Cohen (ibid. 1880. II. p. 55) und von Stelzner (ibid. 1883. Beil.-Bd. II. p. 434) entsprechende Melilithnephelinbasalt von Oahu bei den Maui-Gesteinen Erwähnung. Er ist ein nicht sehr feinkörniges holokrystallines Gestein, in welchem nur einige Olivinkörner durch ihre Grösse Einsprenglingscharakter annehmen. Der Olivin überragt an Menge die anderen Gemengtheile, von denen Augit, Melilith und Nephelin etwa im Mengengleichgewicht sind. Zum Vergleich sei bemerkt, dass Wichmann keinen Augit beobachtete, Stelzner nur kleine Augitmikrolithe, Cohen aber viel Augit. Im vorliegenden Gestein ist der Augit nicht spärlich; seine grünlichbraunen Körner erscheinen neben den farblosen des Nephelins als letzte Ausscheidungen wesentlich allotriomorph ausgebildet. Der Olivin und der Melilith zeigen idiomorphe Ausbildung. Der Melilith entspricht in Form und Structur völlig der Beschreibung und Abbildung, welche Stelzner von ihm (auf Taf. VIII in den Fig. 4a, b, c) nach seinen Schliffen giebt. Er unterscheidet sich von dem Melilith des oben beschriebenen Basaltes von Maui durch seine völlige Farblosigkeit und seine vorzüglich ausgebildete Pflockstructur. Er führt nur spärliche Magnetitkörnchen als Einschlüsse; solche finden sich reichlicher in den farbigen Gemengtheilen, im Olivin daneben auch vereinzelt kleine Perowskitkryställchen. Endlich ist als letzter Gemengtheil der Apatit zu nennen, welcher in feinen Nadeln gleichmässig, wenn auch in geringer Menge über den ganzen Schliff vertheilt ist.

Der zweite Basalt (13a) von Honolulu ist ein Melilithfreier Nephelinbasalt von porphyrischer Structur. Seine Grundmasse enthält neben sehr viel Magnetitkörnchen und viel braunen idiomorphen Augitkörnchen eine farblose anisotrope Ausfüllungsmasse ohne jede bestimmbare Form; durch die HCl-Reaction wird dieselbe als Nephelin bestimmt. Diese feinkörnige dunkle Grundmasse enthält als Einsprenglinge grosse und äusserst zahlreiche Olivine und weniger zahlreiche braune Augite. Die Olivinkörner sind frisch und

farblos und zeigen sehr starke randliche Corrosion; Einbuchtungen der Grundmasse erfüllen in verzerrten Formen den grössten Theil der Körner, theilen sogar bisweilen ein grosses Korn in mehrere kleine ab. Der Olivin ist ferner noch durch eine deutliche Zonarstructur bemerkenswerth; in allen seinen farblosen Körnern läuft ganz nahe und parallel zu den bald regelmässigen, bald unregelmässig eingebuchteten Begrenzungslinien eine sehr schmale durch ausgeschiedenes Eisenhydroxyd gelbbraun gefärbte Zone, an welche nach aussen eine ebenso schmale, aber wieder farblose Zone sich ansetzt. Nach erlittener Resorption und Corrosion haben also die Olivineinsprenglinge noch wieder eine eisenreichere und darauf noch eine eisenärmere Zone angesetzt. Die zwischengelagerte eisenreiche Schicht scheidet dann bei beginnender Verwitterung gelbbraunes Eisenhydroxyd aus und durch diese Zersetzungserscheinung ist der zonare Aufbau des Olivins so sehr kenntlich gemacht; in der beigefügten Fig. 2 entspricht das schraffirte Band der gelbbraungefärbten Zone im Olivin. Auch die Augiteinsprenglinge mit meist regelmässig achtseitigem Durchschnitt lassen eine dunkler gefärbte Aussenzone erkennen. Beide farbige Gemengtheile schliessen Magnetitkörnchen ein; der Olivin enthält daneben öfter graubraune durchscheinende, scharfe Würfelchen und Oktaëder, welche wohl dem Perowskit angehören.

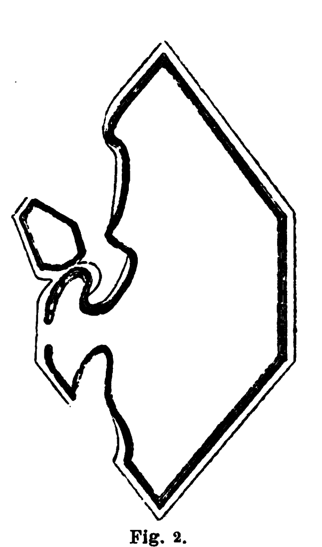


Fig. 2.

Die reichen Basalttuffbildungen auf Oahu sind in der Literatur wiederholt erwähnt und von A. B. Lyons (Amer. Journ. of Science, **152**. p. 421—429. 1896) auf ihre chemische Zusammensetzung hin genau untersucht; eine mikroskopisch-petrographische Beschreibung derselben ist aber noch nicht gegeben. Schon James D. Dana (United States Exploring Expedition, Geology, 1849) giebt eine ausführliche geologische

Beschreibung der Tuffkrater von Punshbowle und der Salt lake region, wo die mir vorliegenden Tuffe zumeist gesammelt sind; nach dieser Beschreibung bauen schieferartige, durch Kalkincrustationen hellfarbige Tuffe den ganzen etwa 500 Fuss hohen Punshbowlecrater auf; neben ihnen haben zwei kleine Basaltströme nur eine für den Aufbau untergeordnete Bedeutung.

Von diesen Tuffen liegen drei in Korngrösse und Farbe etwas verschiedene Stücke vor, von welchen zwei von secundärer weisser Kalkspath- und Zeolithsubstanz ganz durchädert sind. Alle drei sind palagonitische Tuffe, welche sich fast nur aus frischen gelbbraunen Glaslapilli aufbauen. Die Glaslapilli zeigen z. Th. schwache Doppelbrechung; kleine Augitmikrolithe von gleicher Farbe wie das Glas sind zahlreich in ihnen auskrystallisirt und an ihrer schiefen Auslöschung deutlich zu erkennen; Feldspathbildung wird dagegen nicht beobachtet. Die meisten Glaslapilli sind voll kleiner und grosser Poren, welche aber z. Th. wieder secundär ausgefüllt sind; diese mit in concentrisch-schaligen Lagen abgesetzter Substanz ausgefüllten Poren zeigen zwischen gekreuzten Nikols die sphärolithische Interferenzfigur. Die Auswürflinge führen als Interpositionen spärlich Magnetitkörnchen, reichlicher Perowskit in scharfen Würfeln und Oktaëdern und viele grosse, unregelmässig umgrenzte Olivinkörner, welche recht frisch sind und ihrerseits gern Magnetit, Perowskit und central gelagerte Glastheilchen einschliessen. Es liegen auch viele Olivinkrystalle isolirt in den Tuffen, z. Th. sind diese mit einer dünnen Glashaut umsponnen; concentrirte Salzsäure greift diese Olivine nur wenig an.

Von dem Gesteinskamm am Gipfel des Punshbowle-Kraters, welcher nach J. D. Dana aus zelliger Lava und Schlacken von gewundenen stalaktitischen Formen besteht und wie ein recenter Erguss erscheint, liegt ein kleines Stück von gedrehter wurfschlackenartiger Gestalt vor. In seiner grossblasigen, braunen, stellenweise durch Erzanhäufung fast schwarzen Schlacke sind grössere und kleinere grünlichbraune Augite und viele meist grössere und regelmässig sechsseitig begrenzte Olivine porphyrisch eingelagert. Im Innern wie an

den Rändern der Olivinkörner hat sich gewöhnlich viel Erz oder sehr dunkle erzhaltige Schlacke angehäuft, so dass die Durchschnitte einen opaken Kern und einen breiten opaken Rand zeigen; besonders zierlich ist die Ausfüllung der zwischen Kern und Rand liegenden helleren Partien mit den feinsten dendritischen Erzbildungen, deren Zartheit und Fülle die beistehende Fig. 3 nur sehr unvollkommen wiedergiebt; diese feinsten Erzhärchen durchziehen oft büschelartig in



Fig. 3.

gewundenen Fäden den Olivin wie in der Figur, oder sie zeigen eine mehr regelmässige Anordnung senkrecht zur Verticalaxe der Olivine; in einigen Körnern zeigen die haarförmigen Bildungen statt ihrer dunklen, in den feinsten Fasern braunschwarz durchscheinenden Farbe eine lebhaft rothbraune Färbung, welche durch ausgeschiedenes Eisenoxyd hervorgerufen wird.

Zwei Tuffe von Pearl Harbour mit schichtenweise wechselnder Korngrösse unterscheiden sich von den Punshbowle-Tuffen dadurch, dass sie neben wenigen glasigen Lapilli vor-

zugsweise schlackige oder holokrystallin ausgebildete Basaltauswürflinge enthalten. Es sind gewöhnliche Basalttuffe, in deren Lapilli Olivin und Feldspath immer, Augit als letzte Ausscheidung nur selten individualisirt sind. Grössere Augite finden sich dagegen isolirt im Tuff, ebenso grosse Olivinkrystalle zuweilen in schönen Penetrationszwillingen. Diese Tuffe sind schon sehr verwittert und daher sehr reich an Zeolithsubstanz, welche sich in radialfasrigen Aggregaten um die Lapilli angesetzt hat.

Ganz gleich sind die Basalttuffe aus der Salt lake region, einem Gebiete 7—8 Meilen westlich von Honolulu, welches nach J. D. Dana aus mehreren heute noch deutlichen Ausbruchsöffnungen früher wenig kräftige Heisswasser- und Tuffeeruptionen gehabt haben muss. Diese Tuffe sind bemerkenswerth durch die ihnen einlagernden Olivinbomben, welche auch von Dana und Lyons erwähnt werden. Die vorliegenden Olivinfelsbomben sind von einer dünnen, dunklen, basaltischen Rinde umgeben und entsprechen wie in der Zusammensetzung so auch schon äusserlich ganz den bekannten Bomben vom Dreyser Weiher in der Eifel. Ein gelblichgrüner Olivin ist ihr Hauptgemengtheil, neben diesem beobachtet man braunen z. Th. glänzenden Augit und verhältnissmässig zahlreiche tiefgrüne Chromdiopsidkörnchen. U. d. M. zeigt der Olivin die bekannten zahllosen Flüssigkeitseinschlüsse, welche in breit sich hinziehenden Zonen angeordnet sind; auf seinen Spalten und Rissen erkennt man die beginnende Verwitterung. Der braune Augit erweist sich als Bronzit; im Schliff scheint er hellbraun durch und ist nur schwach dichroitisch. Er ist ungemein reich an Einschlüssen: parallel der Faserung führt er die oft beschriebenen krystallinen Interpositionen, welche zuweilen etwas breiter und grösser werden und dann eine eigene grünlichbraune Färbung zeigen. Besonders zahlreich finden sich in ihm breite Zonen von Glas-, Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen; in einem grossen Bronzitkorn ist eine solche Zone zufällig ganz in der Schliffebene gelegen, und es fällt dabei auf, wie die grossen schlauchartig langgezogenen Einschlüsse sich in der ganzen Zone wie gesetzmässig nach ihrer Längsrichtung untereinander parallel orientiren, zumal diese Richtung mit der Richtung der Faserung und der nach dieser eingelagerten krystallinen Inter-

positionen einen Winkel von etwa 30° bildet, so dass man zwei scharf sich kreuzende Systeme verschiedener je unter sich paralleler Interpositionen beobachtet. Manche der schlauchförmigen Einschlüsse sind farblos und zeigen eine bewegliche Libelle; sie schliessen also Flüssigkeit ein; andere sind theilweise oder ganz mit hell- oder dunkelbraunem Glase angefüllt. Wie der rhombische Augit, so ist auch der monokline, tiefgrüne Chromdiopsid durch seinen Reichthum an Einschlüssen ausgezeichnet; Schaaren von winzigen Dampfporen trüben ihn stellenweise völlig; auffallender sind die zahllosen bräunlichgrünen krystallinen Einschlüsse, welche den Chromdiopsid in parallelen Reihen meist in zwei unter etwa 40° sich kreuzenden Richtungen durchsetzen. Diese Interpositionen scheinen mit den krystallinen Einschlüssen des Bronzits identisch zu sein; auch in dem Pyroxen des Olivinfelsknollens von Molokai wurden sie schon in ganz gleicher Weise angetroffen. In allen Schliffen sind diese Interpositionen leider sehr klein und immer zu wenig dick, um ihr eigenes optisches Verhalten erkennen zu lassen; da sie aber die Auslöschung des monoklinen Augits nicht stören, so muss man sie wohl für isotrop halten. Ihre zuverlässige Bestimmung ist kaum möglich, ich bin aber nach allen vergleichenden Beobachtungen geneigt, sie als Picotit anzusprechen. Der Picotit tritt nämlich in diesem Olivinfels in grossen und kleinen Körnern reichlich auf, sowohl für sich als Gemengtheil, wie auch als Einschluss im Olivin und in den Augiten; meist ist er braun durchscheinend, je kleiner und dünner aber die Körnchen werden, umsomehr neigt die braune Farbe ins Grünliche und von den noch deutlich als Picotit bestimmbaren Körnern bis zu den kleinsten gleichfarbigen krystallinen Interpositionen beobachtet man vermittelnde Zwischenstufen; gegen die durch diese Beobachtung nahegelegte Bestimmung dieser kleinsten Interpositionen als Picotit spricht ja auch ihr optisches Verhalten nicht. Durch magmatische Einwirkung verursachte Umwandlungserscheinungen werden in den vielen Schliffen nicht beobachtet: weder an Stellen, an denen das Magma auf Spalten in die Olivinknollen eingedrungen ist, noch an der Berührungslinie der Olivinfelsmasse gegen die basaltische Rinde zeigen die Olivine oder Augite ein Angegriffensein. Die vielen Augit-

körner dagegen, welche in der dunklen schlackigen Grundmasse der Rinde eingebettet liegen, sind mehr oder weniger verschlackt; es sind meist monokline Augite mit einem klaren hellgrünen Kern, um welche sich eine dunkle verschlackte Zone anlegt, an welche dann häufig noch wieder ein schlackenfreier braungrüner Augitsaum sich angesetzt hat, welcher vielen Einsprenglingen noch eine regelmässige, achtseitige Umrandung giebt. In einigen wenigen dieser grossen porphyrischen Augite erscheint die magmatische Einwirkung vom



Fig. 4.

Rand und von Spaltrissen aus wie eine Einschmelzung, wie die Fig. 4 zeigt, und in diesen wie umgeschmolzenen Partien haben sich grosse Ilmenitleisten neu gebildet. Die zahlreichen grossen, meist rundlichen Olivinkörner in dieser Schlackenrinde zeigen nichts von einer solchen Umwandlung; sie sind farblos und frisch und sind mit einem trüben Saum in der Schlacke fortgewachsen.

Kauai.

Ausser mehreren hellen und dunkleren marinen Kalksteinen und einigen Osteokollen sind von dieser Insel nur

drei Basaltstücke vorhanden. Zwei derselben sind dunkelgraue, etwas blasige Laven und nach dem Zettel Proben des Strandgesteins bei Tipukai; das dritte Stück ist von einem dunkleren und dichteren Basalt geschlagen, welcher jene Strandlava gangartig durchsetzt. Die beiden Basaltarten sind nur in der Structur von einander verschieden.

Die Schliffe der zwei erstgenannten Laven zeigen einen olivinreichen Basalt von ophitischer Structur, in welchem Ilmenit der Erzgemengtheil ist; er entspricht der Varietät, welche von SANDBERGER und STRENG für hessische Vorkommen als Dolerit unterschieden worden ist. Der idiomorphe Feldspath ist im Mengengleichgewicht mit dem allotriomorphen hellbraunen Augit. Die vielen, meist krystallographisch scharfumgrenzten Olivinkörner haben mehr den Charakter porphyrischer Einsprenglinge; ihre beginnende Zersetzung zeigt sich durch die Braunfärbung an, welche sich bei grösseren Individuen auf den Rand und die Spalten und Risse beschränkt; sie schliessen Zonen von Flüssigkeitseinschlüssen ein, sowie grössere centrale Glasmassen von der Form des Wirthes mit weit vorgeschrittener faseriger Zersetzung. Das reichlich vorhandene Titaneisen findet sich in Täfelchen und feinen Leisten; letztere orientiren sich an den Seiten der Olivine gern senkrecht zu deren Verticalaxe. In der Umgebung der blasigen Hohlräume zeigt das Gestein ein etwas anderes Bild; die Korngrösse der Gemengtheile ist viel geringer; das Erz reichert sich an und zeigt zierliche dendritische Formen; der Augit ist faserig strahlig ausgebildet in ähnlichen Formen, wie sie E. S. DANA beschreibt und abbildet (a. a. O. Fig. 2, 3).

In dem dunkleren, gangartig auftretenden Basalt sind wie der Olivin auch der Feldspath und Augit in älterer Generation porphyrisch ausgebildet. In der ziemlich grosskörnigen Grundmasse von Feldspath, Augit und Ilmenit füllen schlackig erstarrte Reste oder auch grünlich-bräunliche klare Glasreste die Zwickel zwischen den idiomorphen Feldspathkörnern und den allotriomorphen Augitkörnern aus.

Necker.

Die sehr kleine Insel Necker liegt von Kauai in westnordwestlicher Richtung schon sehr weit entfernt; von ihr liegen drei Laven vor.

Ein ziemlich dunkelgraues poröses Stück ist als Probe des die Insel hauptsächlich aufbauenden Gesteins bezeichnet. Es ist ein Plagioklas-Basalt von holokrystallinporphyrischer Structur. In einer durch zahllose Magnetitkörner fast schwarzen Grundmasse, an deren Zusammensetzung sich noch viel brauner Augit und kleine Plagioklasleisten betheiligen, liegen grössere klare Feldspathe und einzelne hellere Augite erster Generation eingebettet; Olivin findet sich nur in sehr wenigen rothbraun gefärbten Bruchstücken.

Die beiden anderen Laven sind nach der Zettelangabe Proben von Basaltgängen, welche das Hauptgestein durchsetzen. Sie zeigen ausgezeichnete Absonderung, die eine in sechsseitigen Säulen, die andere in Platten; sie sind dichter als das Hauptgestein, haben aber die gleiche dunkelgraue Farbe wie dieses. Die Schliffe beider Stücke sind ähnlich; sie zeigen die unter Kauai als „Dolerit“ citirte Basaltvarietät; der Gehalt an Titaneisen und ophitische Structur charakterisiren sie. Der Augit ist braunviolett gefärbt; er herrscht zumal in dem plattig abgesonderten Basalt an Menge vor und tritt in diesem auch in porphyrischen Einsprenglingen von hellerer Farbe auf, welche viele Dampfporen einschliessen. Die idiomorphen Feldspathe zeigen gewöhnlich Leistenform und deutliche Zwillingsstreifung; sie sind durch theils central, theils zonar eingelagerte zahllose winzige Glaseinschlüsse getrübt; in dem plattig abgesonderten Basalt sind sie durch diese Einschlüsse tiefgrau gefärbt, und nur ihr äusserster Rand ist klar. Das reichlich vorhandene Titaneisen zeigt die ihm eigenthümlichen gelappten Tafeln und schmalen Leisten. Zum Unterschiede von dem Hauptgestein sind diese Laven sehr reich an Olivin; derselbe findet sich in ziemlich corrodirten grösseren, mehr aber in zahllosen kleineren Körnern mit der stets wiederkehrenden Rothbraunfärbung.

Laysan.

Laysan, die westlichst gelegene Insel der Sandwichgruppe beschreibt Schauinsland (Bremen 1899, drei Monate auf einer Koralleninsel [Laysan]) als eine kleine aus Korallenkalken aufgebaute Scholle, welche sich nur bis zu einer Maximalhöhe von 10 Metern aus dem Meere erhebt. Proben von einer

an ihrer Nordseite sich findenden Torfablagerung sowie von dem an ihrer Lagune aufgenommenen Salz zeigen nichts Besonderes. Mehrere Stücke von den auf dieser kleinen Insel befindlichen Guanoablagerungen, deren Ausbeutung den einzigen Zweck des regelmässigen Besuches der Insel bildet, sind nach dem äusseren Ansehen untereinander sehr verschieden; es sind hellere und dunklere Phosphatknollen, bald von tuffähnlichem, bald von dicht oder derb geschichtetem Gefüge, bald in Aggregaten von seidenglänzenden Krystallflittern.

Wichtiger für die vorliegende petrographische Beschreibung sind mehrere Basaltstücke, welche von drei grösseren Blöcken abgeschlagen sind, die sich etwa 1—2 Meter unter Wasser auf dem Korallenriff fanden, und ferner zwei kleinere Strandgerölle, welche unter einer weissen Kalkrinde dunkle Basaltkerne bergen.

Der Basalt der drei grossen Blöcke ist dunkelgrau, dicht (II) bezw. porös (I, III); grosse Olivinkörner geben ihm eine makroporphyrische Structur.

Der Dünnschliff von Block II zeigt neben den porphyrischen Olivinen auch vereinzelte grosse Magnetiteinsprenglinge; ein solches randlich sehr gelapptes Erzkorn misst beispielsweise etwa 10 qmm Fläche. Die holokrystalline Grundmasse setzt sich aus fluidal geordneten Feldspathleisten, Augit- und Magnetitkörnern etwa zu gleichen Theilen zusammen; die Augite zeigen z. Th. schön gegabelte Wachsthumsformen.

In den Schliffen von den Blöcken I und III, welche sehr ähnlich sind, tritt die Grundmasse gegen die sehr grossen und zahlreichen Einsprenglinge sehr zurück; neben dem Olivin ist vor allem der Feldspath in grossen, klaren porphyrischen Körnern erster Generation ausgebildet.

Das eine Strandgeröll schliesst einen etwas zersetzten, bröckeligen basaltischen Kern ein, welcher u. d. M. Intersertalstructur zeigt. Die idiomorphen Feldspathe sind durch meist central gehäufte glasige Einschlüsse völlig getrübt, auch der an Menge überwiegende Augit zeigt diese Trübung in etwas geringerem Grade. Zu beiden Gemengtheilen gesellen sich noch Titaneisen und ein durch Zersetzung grüngefärbtes Glas, welches in reichlicher Menge als Mesostase auftritt.

Das zweite Geröll enthält einen hellgrauen Basalt, welcher sich nach dem Verhältniss seiner Gemengtheile und im Zusammenhang damit auch nach der Structur von allen besprochenen Basalttypen sehr unterscheidet. Der Feldspath ist sein Hauptgemengtheil, und die fluidale Anordnung der kleinen und wenigen grösseren idiomorphen Leisten desselben erzeugt die trachytoide Structur des Gesteins. In der Feldspathmasse liegen viele kleine Magnetitkörner und sehr kleine Olivinbröckchen; der Augit tritt völlig zurück, seine hellbraunen Körner sind wirklich selten. Nach dem mikroskopischen Bild erinnert das Gestein am meisten an das merkwürdige Gestein (9) von Maui; doch während dieses mit 61,48 % SiO_2 aus der Basaltfamilie heraustritt, gehört jenes mit 44,98 % SiO_2 völlig dieser zu.

Die Gesteine der Samoa-Inseln.

Die beste topographische und geologische Beschreibung der Samoa- oder Schiffer-Inseln findet sich in James D. Dana's grossem Werke über die Südseeinseln (United States Exploring Expedition, Geology, New York 1849). Neuere Mittheilungen (Gräffe, Journ. d. Mus. Godeffroy, Hamburg 1873/74, Heft I, II, VI; Meinicke, Inseln des Stillen Oceans, 1896; Reinicke, Vulcanische Bildungen auf Samoa, Globus, **69**. No. 17; A. Krämer, Die Samoa-Inseln, 1901) bringen in geologischer und petrographischer Hinsicht keine Erweiterung unserer aus Dana's Werk gewonnenen Kenntnisse. Den Grundstock sämmtlicher Inseln bilden einzelne — wie auf Apolima, Nautele, Ofu — oder viele aneinandergereihte Vulcane, welche besonders deutlich auf Upolu ihre lineare Anordnung auf einer von Ostsüdost nach Westnordwest verlaufenden Spalte erkennen lassen. Die vulcanische Thätigkeit der Samoa-Inseln scheint im Erlöschen zu sein und zwar hat sie nach Dana von Osten nach Westen an Energie abgenommen. Auf der Insel Tutuila sind die Formen und Linien der Vulcankegel durch Denudationsvorgänge schon völlig verändert und undeutlich geworden. Auf Upolu findet man neben ebenso stark denudirten und von steil eingefressenen Schluchten durchzogenen alten Vulcanen im centralen Gebiet auch jüngere im Osten und Westen mit

völlig erhaltenen Conturen und mit schlackigen Laven recenter Eruptionen; viele dieser Vulcane zeigen auf dem Gipfel noch die Krateröffnungen, welche z. Th. zur Bildung landschaftlich schöner Kraterseen Anlass gegeben haben, wie z. B. am Lanutoo, dem höchsten Krater auf Upolu. Savaii, die westlichst gelegene und grösste Insel der Gruppe ist ein fast einheitliches Eruptionsgebiet ähnlich dem des Mauna Kea auf Hawaii mit vielen parasitischen Kratern, welche z. Th. ein sehr frisches Aussehen haben; man trifft hier auch grosse Felder von schwarzer völlig unverwitterter Lava und vom Muaberg hat sich nach Gräffe bei den Eingeborenen die Erinnerung an eine Eruption erhalten, welche vor etwa 200 Jahren stattgefunden haben soll. Neuerdings im Jahre 1866 ist allerdings auch wieder im östlichen Theile der Inselgruppe ein submariner Ausbruch constatirt worden.

Die Laven, welche die samoanischen Vulcane gefördert haben, sind nach allen Beschreibungen basaltischer Natur. Auch die mir vorliegenden ca. 50 Gesteinsproben von fast allen Inseln sind beinahe ausschliesslich Plagioklasbasalte. Im allgemeinen trifft man das Gestein infolge der sehr starken Bewaldung der Inseln wenig frei anstehend an und mit Ausnahme der erwähnten offenen Lavafelder geben nur die Bergschluchten, in denen die zahlreichen tiefeingegrabenen Gebirgsbäche das Gestein blossgelegt haben, gute Gelegenheit zum Sammeln von Handstücken; in diesen Schluchten erscheinen die Laven oft wie geschichtet, bisweilen auch in Wechsellagerung mit weichen, mergelartigen Tuffen. Dank den besonderen Bemühungen des Herrn Dr. Funk enthält das vorhandene Material besonders von Upolu Basaltproben aus sehr vielen solchen Gebirgsschluchten von allen Theilen der Insel; die beigegebene Karte (Taf. III) von Upolu verzeichnet alle weiter unten genannte Fundorte. Von den anderen Inseln ist das Material spärlicher: Von Savaii sind 6 Handstücke vorhanden aus einer Schlucht hinter Salailua an der Westküste und von Lealatele an der Nordostküste; mehrere Basaltstücke stammen von Tau Manua und Nuulopa und endlich mehrere Tuffe von den kleinen Inseln Apolima im Westen und Fanuatapu im Osten von Upolu. Das Material ist im ganzen viel weniger frisch als das von den Sandwich-Inseln.

Der beständige grosse Olivingehalt ist für die Samoa-Laven charakteristisch; wie auch immer die einzelnen Basalte und Tuffe aller Inseln variiren, so stimmen sie doch alle in diesem Olivinreichthum miteinander überein. Die weiteren Resultate der eingehenden petrographischen Untersuchung des ganzen Materials lassen sich in kurzer Zusammenfassung geben, da bis auf drei Ausnahmen sich sämmtliche Laven als Feldspathbasalte erweisen, welche sich nur in der Structur und im Erzgehalt unterscheiden.

Die drei als Ausnahmen genannten Laven von Upolu sind Limburgite; zwei derselben sind vom Malifa-Badeplatz im Vaisigano-Fluss, die dritte von Vailele. Es sind dunkle, fast schwarze, etwas blasige Laven mit makroporphyrischen Olivinen.

Der Limburgit von Vailele hat eine dunkle, durch Erzanhäufung auch schlackig erscheinende Grundmasse, in welcher zahllose kleine Leisten und Körner von Augit und Olivin nebst individualisirten Magnetitkörnchen eingebettet liegen; die grösseren Olivineinsprenglinge sind klar und ziemlich regelmässig umgrenzt; central gelagerte Grundmasseneinschlüsse sind in ihnen häufig.

Die Limburgite vom Vaisigano zeigen viel kaffeebraunes Glas, welches nur an wenigen Stellen durch Erzanhäufung opak wird; die klaren Glaspartien sind von kleinsten Augitmikrolithen ganz durchsetzt. In der Glasbasis liegen zahlreiche Magnetitkörner, zahllose kleine und grössere Augitkörner, letztere in idiomorphen prismatischen Formen, welche sich häufig zu zweien oder mehreren durchkreuzen und endlich grosse klare, randlich stark corrodirte Olivineinsprenglinge mit vielen Erz- und wenigen Glaseinschlüssen. In diesem Limburgit liegen ferner grössere Olivinfelsbrocken, welche sich wieder aus Olivinen, Bronzit und monoklinen, allerdings kaum grünlichen Augit und Picotit zusammensetzen. Diese Gemengtheile zeigen alle ein randliches Angegriffensein, doch lässt sich nach dem einzig vorhandenen Schliff nicht bestimmen, ob ausser der mechanischen Körnelung der Olivin- und Augitränder auch chemische Umwandlungen in diesen Mineralien stattgefunden haben; nur an einer Stelle des gekörnelten Olivinrandes lässt sich deutlich eine Neubildung von dendritischem Erz beobachten. Der Picotit findet sich nur in einem

grossen, eigenthümlich lappig geformten Korn, welches sich — mit Benützung eines Ausdrucks von RINNE für die gleiche Erscheinung — pseudopodienartig in einem monoklinen Augitkorn ausbreitet.

Die etwa 40 Stücke normaler olivinreicher Plagioklasbasalte lassen sich nur nach Structurverschiedenheiten von einander abtrennen.

Etwa zwei Drittel dieser Laven, obwohl von den verschiedensten Fundorten, zeigen u. d. M. ein ziemlich gleiches Structurbild. Sie sind hypokrystallinporphyrische Basalte, in welchen einer aus Augit, Feldspath, Erz, Apatit und Glas meist gleichmässig zusammengesetzten Grundmasse grosse und zahlreiche Olivineinsprenglinge gegenüberstehen. Dieser Typus findet sich an sechs, theils sehr licht grauen, theils dunkler grauen feinporösen Laven von Vailele, an einem schon etwas zersetzten röthlichgrauen Geröll vom Malifa-Badeplatz im Vaisigano, an einem dichten grauen Stück vom Apiaberg, an einigen dunkelgrauen Proben aus dem Thale des Fuluasou, an vier dichten dunkelgrünen Laven vom Lanutoo, sowie an fünf Gesteinen aus verschiedenen Tiefen eines Brunnenschachtes bei Leulumoega; auch die Basalte von der Insel Savaii schliessen sich diesem Structurtypus an. Diese Gesteine unterscheiden sich weiterhin in der Korngrösse und relativen Betheiligung der genannten Gemengtheile an ihrer Grundmasse. Meist ist die Grundmasse feinkörnig, der Augit überwiegt den Feldspath und zeigt sich dann gegen diesen mehr idiomorph ausgebildet, er findet sich dann auch in einzelnen grösseren einsprenglingsartigen Körnern, welche in der sonst hellbraunen Augitfarbe einen violetten Ton zeigen; in anderen Gesteinen reichert sich hingegen der Feldspath in der Grundmasse an und er ist dann mehr idiomorph ausgebildet als der Augit; in zwei Basalten von Salailua auf Savaii verbindet sich mit dem vermehrten Feldspathgehalt eine deutliche Fluidalstructur der Grundmasse. Das Erz betheiligt sich fast in allen Gesteinen sehr stark an der Zusammensetzung der Grundmasse; es ist gewöhnlich Magneteisen; nur in einem Basalt (1 b) von Vailele und einem weniger feinkörnigen von Salailua ist Titaneisen in seinen lappigen Formen und schmalen Leistchen beobachtet. Apatit ist nur

ein unwichtiger Gemengtheil in diesen Basalten; in einigen scheint er ganz zu fehlen. Das meist farblose Glas findet sich ziemlich regelmässig in der Grundmasse, obwohl in sehr wechselnder Menge; in ihm liegen die meist zuletzt ausgeschiedenen Feldspathleistchen eingebettet. In dem etwas zersetzten Basalt vom Vaisigano ist das Glas gelbbraun gefärbt; ein anisotropes, farbloses, ausfüllungsartig daneben sich findendes Mineral muss secundär gebildeter Zeolith sein; auch in einer Lava von Leulumoega ist das Glas braun. Eine weitere Variation der Grundmasse wird durch die Zunahme der Korngrösse aller Gemengtheile geschaffen wie in zwei Laven (1 A, C) von Vailele; die oft sehr grossen Augitindividuen sind hier aus abwechselnd grünlichbraunen und violettbraunen Zonen gebildet. In einigen Gesteinen von Leulumoega wird durch die starke Zunahme der Korngrösse der Grundmassegemengtheile der Unterschied dieser gegen die Olivinkörner aufgehoben und damit auch die porphyrische Structur selbst. Ein anderer Theil der Basalte enthält auch in der Grundmasse kleine Olivinkörner zweiter Generation. Als porphyrischer Gemengtheil ist, wie erwähnt, der Olivin diesen sämmtlichen Gesteinen gemeinsam. Seine Individuen zeigen bald sehr regelmässige sechsseitige und rhombische Formen, bald schlanke unregelmässige Durchschnitte, bald gegabelte Wachsthumsformen; durch Grundmasseeinbuchtungen werden seine Ränder oft sehr verzerrt. Sehr häufig beobachtet man, dass die Olivineinsprenglinge durch Anhäufung von Erzkörnern an ihren Rändern wie von einer breiten opaken Zone umsäumt erscheinen; fast ebenso häufig sind centrale Glas- bezw. Grundmasseeinlagerungen. Diese theils eingeschlossenen, theils angelagerten Fremdkörper haben einen Einfluss auf das Bild, welches die Olivine bei der Verwitterung bieten. Der Olivin ist nämlich nur in wenigen Schliffen frisch und unzersetzt; er zeigt meist an den Rändern und auf Rissen die rothbraune Färbung durch ausgeschiedene Eisenoxyde und -Hydroxyde, welche schon von den Sandwich-Basalten beschrieben ist; neu ist hier nur die dort schon citirte Erscheinung, dass sich die Braunfärbung gern in einer zarten Faserung senkrecht zur Richtung der Hauptachse der Olivine kundgiebt. Die Faserung zeigt sich zunächst an den Rändern, zieht sich aber bald über das ganze Korn, wenn

von einem centralen Glaseinschlusse die gleiche faserige Verwitterung der randlichen entgegenkommt; die Glaseinschlüsse und die randlichen Erzzonen scheinen demnach die Zersetzung der Olivine zu befördern. Von den Erzrändern gehen zuweilen zarte dendritische rothbraune Infiltrationen aus, wie sie oben ganz ähnlich aus der Wurfschlacke von Oahu beschrieben und abgebildet sind.

Einige sehr blasige rothbraune Laven von Nuulopa sowie zwei sehr dichte dunkle Basalte und zwei schwarze blasige Laven von Tau-Manua, letztere mit makroporphyrischen Olivinen und Augiten schliessen sich den vorigen Gesteinen eng an.

Die sehr blasige Nuulopa-Lava führt die gleichen Olivineinsprenglinge, ihre Grundmasse hat sich dagegen zum grössten Theil nicht individualisiren können; nur an den Rändern der vielen Blasen sind deutliche Plagioklasleisten und Augitmikrolithen zur Ausscheidung gelangt.

Die blasigen Stücke von Tau bieten ein ähnliches mikroskopisches Bild; sie führen neben den porphyrischen Olivinen auch grosse Augiteinsprenglinge von braungrüner Farbe mit regelmässig achtseitigen Durchschnitten.

In den dichten dunklen Basalten von Tau treten die porphyrischen Einsprenglinge sehr zurück; es sind sehr feinkörnige Gesteine, in welchen auch die unregelmässigen gelbbraunen Olivinkörner die übrigen Gemengtheile an Grösse wenig oder garnicht überragen; nur in einigen schlierig entwickelten, besonders feinkörnigen, durch überreiches Erz sehr dunklen Partien werden die Olivinkörner reichlicher und grösser. Dieser dichte Basalt schliesst noch grössere Olivinfelsmassen ein, welche sich fast nur aus Olivin zusammensetzen, gegen welchen die wenigen kleinen grünen Augit- und dunklen Picotitkörnchen ganz zurücktreten. Die Olivinkörner sind durch unzählige Schaaren von Flüssigkeits- und Dampfporen z. Th. völlig getrübt. Bemerkenswerth ist die Beobachtung einer nicht sehr scharfen, aber immerhin erkennbaren regelmässigen sechsseitigen Begrenzung einzelner Olivindurchschnitte, welche zudem Spaltrisse nach $\infty P\breve{\infty}$ und viele diesen Spaltrissen parallel eingelagerte Zonen von Interpositionen zeigen.

Der Gehalt an Titaneisen, verbunden mit einer mehr oder weniger ausgesprochen ophitischen oder auch intersertalen Structur charakterisirt einen weiteren Theil der Laven; sie vertreten wieder den sogen. Dolerittypus. Mehrere deutlich körnige, hellgraue Basaltplatten zeigen diesen Charakter besonders typisch; diese Platten rühren von dem Sepientempel im Vaisigano-Thal her, stammen aber, wenn auch nicht anstehend gefunden, zweifellos von Upolu selbst; die Insulaner geben diesem Gestein den Namen fale poumaa, d. h. Pfeilerstein[1]; Basaltstücke von fast gleichem Habitus sind ferner an der Süsswassergrotte bei Fatumea unweit Saluafata und bei Lotofaga an der Südküste gesammelt; ein mit gelbbrauner Verwitterungsrinde umhülltes Gestein vom Papasea-Wasserfall sowie einige schon sehr zersetzte gelbbraune Stücke aus der Lavahöhle von Mulifanua haben bei geringerer Korngrösse der Gemengtheile die gleiche Structur.

In den ersteren grosskörnigen Basalten mit ophitischer Structur tritt der violettbraune Augit in zwei nicht immer scharf geschiedenen Generationen auf; einige sehr grosse einzelne oder zu mehreren centrisch verwachsene Individuen sind mehr idiomorph und haben Einsprenglingscharakter, während der grössere Theil des Augits in etwas weniger grossen Körnern ausgeschieden ist, deren Form und Begrenzung durch den älteren Plagioklas bedingt werden. Häufige centrische Gruppirungen oder gekreuzte Durchwachsungen sowie die bei fast allen Körnern wiederkehrende, einfache oder wiederholte Zwillingsbildung nach $\infty P \infty$ sind dem Augit eigenthümlich. Die idiomorphen Feldspathe zeigen nichts Besonderes. Der Ilmenit in grossen gelappten Tafeln oder stabförmigen Durchschnitten scheint ungefähr gleichzeitig mit dem Plagioklas fortgewachsen zu sein, da sich ihre Formen wechselseitig bedingen; kleinere Körner der ersten Ausscheidungsperiode finden sich als Einschlüsse in

[1] Nach einer schon früher ausgeführten Analyse des Herrn Dr. A. Dieseldorff hat dieser Pfeilerstein folgende chemische Zusammensetzung: 44,17 SiO_2; 18,91 Al_2O_3; 8,34 Fe_2O_3; 5,62 FeO; 2,84 TiO_2; 0,24 P_2O_5; 10,64 CaO; 4,87 MgO; 1,61 Na_2O; 1,50 K_2O; 0,09 Cl; 0,55 H_2O; 0,32 CO_2.

den porphyrischen Augiten und Olivinen. Die zahlreichen, grossen, randlich stark corrodirten Einsprenglinge von Olivin zeigen die oben mehrfach beschriebenen Zersetzungserscheinungen bald mehr bald weniger stark. In dem sogen. Pfeilerstein beobachtet man in den Zwickeln zwischen den Feldspathen auch noch Spuren von farblosem Glas. Apatit ist in diesen Basalten in zarten, spiessigen Nadeln reichlich vorhanden; in dem Gestein von Lotofaga durchsetzt er mit seinen zahlreichen winzigen Nädelchen den gesammten Feldspath, die Nädelchen sind einander parallel gelagert und zeigen kammförmige, federfahnartige Anordnung.

Die Gesteine vom Papasea-Wasserfall und von Mulifanua haben bei feinerem Korn die gleiche Structur und mineralogische Zusammensetzung. Die Lavastückchen von Mulifanua sind schon so weit zersetzt, dass der grössere Theil ihrer Gemengtheile sich optisch unwirksam erweist und nur aus den Formen erkannt werden kann; die Augite sind gelblichbraun, die Olivine rothbraun umgewandelt; die Laven von Mulifanua zeigen Schlieren mit nadelförmiger oder langstrahliger bis schilfiger Ausbildung des Augits und mit dendritischen Formen des Ilmenits.

Eine von den bisher besprochenen Structurtypen sehr abweichende Varietät wird durch zwei sehr dunkle makroporphyrische Basalte von Upolu dargestellt; der eine ist vom Fuluasau, der andere mit viel grösseren Einsprenglingen ohne nähere Fundortangabe. Ihr makro- wie mikroskopischer Habitus erinnert an die andesitähnlichen Basalte von Molokai. Die Grundmasse der beiden Basalte enthält neben Feldspath, Augit, Erz und Olivin spärliche Biotitfetzen und grüne Glastheilchen. Unter den Einsprenglingen herrschen die Feldspathe vor; grosse Augite und Olivine erster Generation sind weniger häufig. Der Olivin ist ganz zersetzt und in eine grünliche, theilweise schwach pleochroitische Substanz umgewandelt; ein einziger kleiner noch frisch erhaltener Rest eines grösseren Kornes macht es zweifellos, dass diese in allen übrigen vorliegenden Basalten nicht angetroffene grüne, ziemlich stark doppelbrechende Substanz aus der Umwandlung des Olivins hervorgegangen ist. Andere ganz formlose grüne

Partien der Grundmasse werden wohl besser als zersetztes Glas gedeutet, da auch die zahlreichen kleinen Hohlräume des Gesteins mit gleichfarbigen Infiltrationen gefüllt sind, zu welchen der Olivin allein kaum das Material geliefert haben kann; es wiederholt sich hier die häufige Erscheinung, dass die Umwandlungsproducte aus Olivin und Glas so ähnlich werden können, dass sie oft ihren Ursprung nicht mehr sicher unterscheiden lassen. Solche genetisch zweifelhafte grüne Massen finden sich auch reichlich in den grossen Feldspatheinsprenglingen; auch Erz- und Augitkörnchen sind in diesen keine seltenen Gäste. Die grossen Plagioklastafeln zeigen vielfach zonaren Aufbau; ihre in symmetrisch zur Zwillingsgrenze auslöschenden Schnitten gemessenen Auslöschungsschiefen sind im doppelten Winkel meist grösser als 60°; die Plagioklase gehören also wie die in den ähnlichen Gesteinen von Molokai zu den basischen Endgliedern der Kalknatronfeldspathreihe. Man kann wohl schliessen, dass die hier nicht ausgeführte Kieselsäurebestimmung diese Laven wie jene von Molokai als echte Basalte ausweisen würde.

Einige Basaltlapilli aus einem grobkörnigen stark zersetzten Tuff aus einer Schlucht am Apiaberg haben mit den letztgenannten Basalten den Reichthum an Feldspatheinsprenglingen gemeinsam; dieselben zeichnen sich auch durch mannigfaltige Zwillingsbildungen aus: in einem Schliff beobachtet man nebeneinander Albitzwillinge mit einzelnen Periklinlamellen, nicht sehr vollkommene Kreuzalbitbildungen und endlich noch Zwillinge nach dem Bavenoer Gesetz. Auch die wenigen grossen zonargebauten Augitkörner zeigen viele Zwillingslamellen.

Die wenigen Tuffe von den kleinen Inseln Apolima und Fanuatapu sind Palagonittuffe ohne bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten; sie setzen sich aus grünlich- oder gelblichbraunen Glaslapilli zusammen, welche theilweise durch zahlreiche, sehr kleine gleichfarbige Augitmikrolithe entglast sind; Erzkörnchen finden sich in ihnen nur spärlich. Sie schliessen auch häufig kleine oder grosse, aber stets sehr frische Olivinkörner ein; diese treten jedoch häufiger isolirt für sich auf und schliessen ihrerseits gern braune Glastheilchen ein. In

den weniger frischen Tuffen von Fanuatapu tritt zeolithisches und kalkiges Cäment hinzu.

Die petrographische Beschreibung einiger Artefacte — vier Steinbeile oder -Hämmer und ein Steinnagel —, deren Material zweifellos von den Inseln selbst stammt, möge den Abschluss meiner Besprechung samoanischer Gesteine bilden.

Der Splitter eines Steinnagels (aus dem Stuttgarter Museum) zeigt eine deutlich abgegrenzte, fast 1 mm dicke Verwitterungsrinde an seiner künstlich hergestellten Oberfläche, so dass man auf ein recht hohes Alter des Steinnagels als Artefact schliessen muss. Sein Material gehört petrographisch zur Varietät des sogen. Dolerits: Das starke Vorherrschen des Feldspaths über den Augit macht die ophitische Structur besonders deutlich; von Ilmenit finden sich nur wenige, aber sehr grosse und äusserst zerfranzte Tafeln; die Olivineinsprenglinge zeigen im frischen inneren Theil des Nagels eine beginnende maschig sich ausbreitende Umwandlung in eine grüne, serpentinartige Substanz; in der braunen Verwitterungsrinde des Nagels beobachtet man aber die oben wiederholt beschriebene Braunfärbung der Olivine als Folge ihrer Zersetzung; es scheint also die erste Umwandlung in die grüne Substanz nur ein Übergangsstadium für die weitere Zersetzung zu sein, welche sich durch die Rothbraunfärbung kundgiebt.

Zwei der Steinbeile (von Herrn Dr. Funk) sind nach Zusammensetzung und Structur dem zuerst beschriebenen Basalttypus zuzuordnen und fügen sich in allem der langen dort vereinigten Gesteinsreihe an.

Ein drittes Steinbeil (ebenfalls von Herrn Dr. Funk) ist aus einem sehr dichten hypidiomorphkörnigen Basalt hergestellt, in welchem nur wenige Feldspath- und Olivinkörner etwas grösser werden; die vielen, aber kleinen unregelmässigen Biotitlappen fallen in diesem Gestein auf.

Das letzte Artefact, eine Steinwaffe von Mulifanua (von Herrn Capitän Pöhl in Hamburg) ist aus einem dichten dunkelgrauen porphyrischen Basalt gearbeitet, in welchem der Feldspath unter den Einsprenglingen wie in der Grundmasse durch seine Menge sehr hervorragt. Die wenig grossen

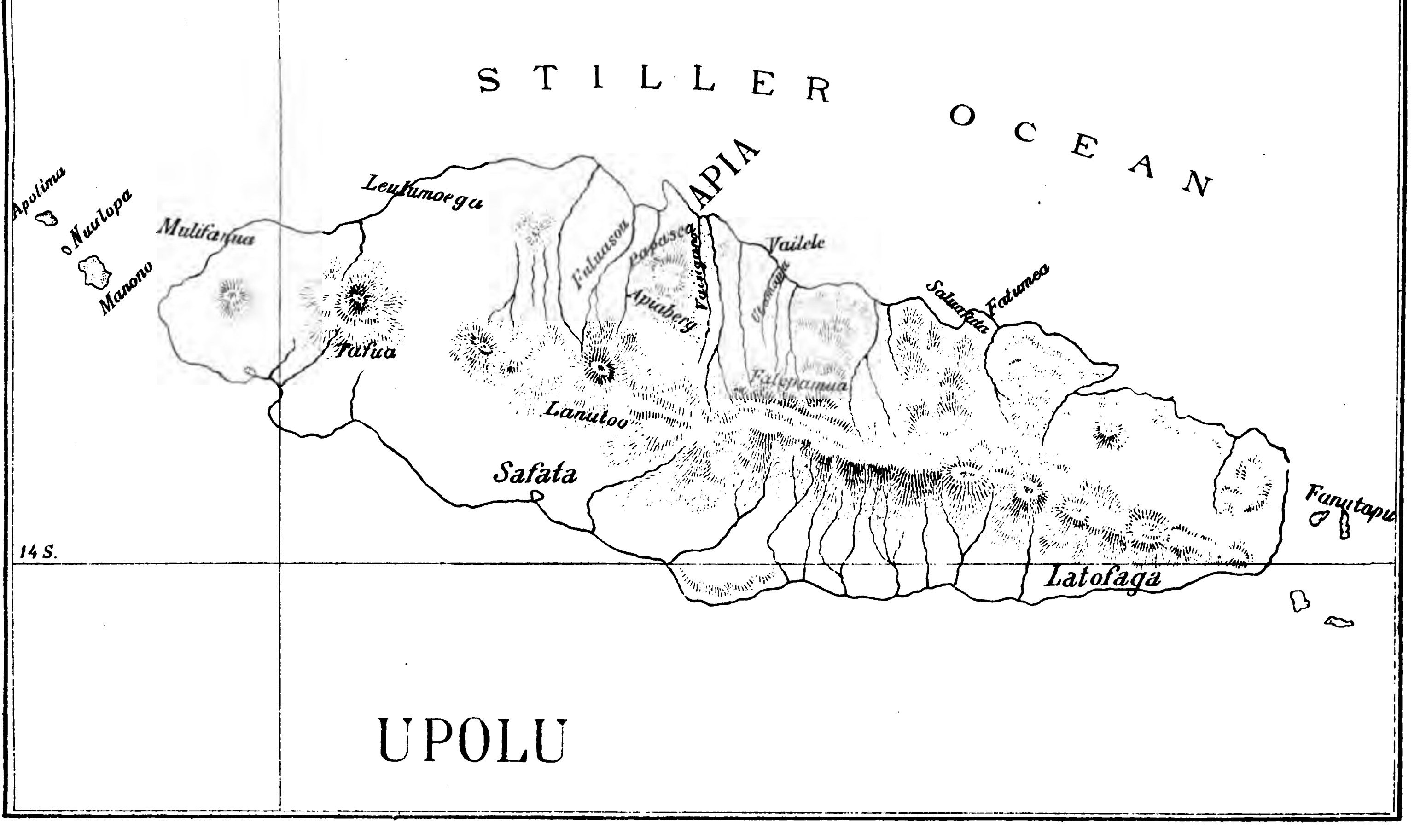
Olivine zeigen sich auf Rissen und Spalten grünlich umgewandelt. Die Grundmasse besteht aus viel Feldspath, Augit, Erz und feinen Apatitnadeln. Eine Eigenthümlichkeit des Basaltes bildet sein verhältnissmässig sehr grosser Gehalt an stark dichroitischem Biotit und noch mehr dessen eigenthümliches Auftreten als letzte Ausscheidung. Der Biotit erscheint nämlich vereinzelt in hexagonalen Durchschnitten, häufiger in ganz unregelmässigen Lappen, und ebenso häufig auch in seitlich scharf begrenzten Leisten und wird stets von einer regellos geformten, anisotropen grünen Substanz begleitet; seine unregelmässig lappigen Formen scheinen am Rande in diese Substanz überzugehen, seine Leistenformen sind dagegen seitlich stets in sehr scharfen Linien gegen sie abgegrenzt; diese letzte Erscheinung macht die nächstliegende Erklärung der grünen Substanz als ein Umwandlungsproduct des Biotits unmöglich; man muss daher diese Substanz wohl richtiger als zersetztes Glas deuten, zumal winzige Partikel von ihr auch ohne Biotitbegleitung im Schliff beobachtet werden. Wird aber die grüne Substanz als der letzte, glasig erstarrte Magmenrest aufgefasst, so ist der stets in ihr eingebettete und nur gegen sie idiomorph begrenzte Biotit das zuletzt ausgeschiedene Mineral. Einzelne braune rissige Blättchen eines weniger dichrotischen Minerals mit nicht deutlicher Auslöschung sind wohl ohne Zweifel als Hornblende anzusprechen.

Es sei noch bemerkt, dass die fortschreitende Verwitterung der Laven und Tuffe von Samoa unter allmählichem Verlust der Kieselsäure, unter Wasseraufnahme und unter Anhäufung der Thonerde vor sich geht und schliesslich rothe, lateritartige Massen liefert, von denen auch mehrere Proben vorliegen.

Erweisen sich schon die betrachteten Laven der Sandwichinseln mit Hinzuziehung des von E. S. Dana untersuchten und auch wohl des grösseren Theils des von Cohen behandelten Materials mit wenigen Ausnahmen als zur Basaltfamilie gehörig, so fällt die Einheitlichkeit bei den Samoa-Laven noch mehr ins Auge. Obwohl diese Laven einerseits auf den verschiedenen Inseln, und auf den einzelnen Inseln wieder an

den verschiedensten Punkten gesammelt sind, obwohl sie andererseits zum Theil nach ihrer Frische den Eindruck ganz junger, recent ergossener, zum Theil nach ihrer vorgeschrittenen Zersetzung den von relativ viel älteren Gesteinen machen, so ist doch bei allen der mineralogisch-petrographische Charakter derartig gleichartig und beständig, dass man sie für einheitlich geförderte Massen eines einzigen Vulcans ansehen könnte.

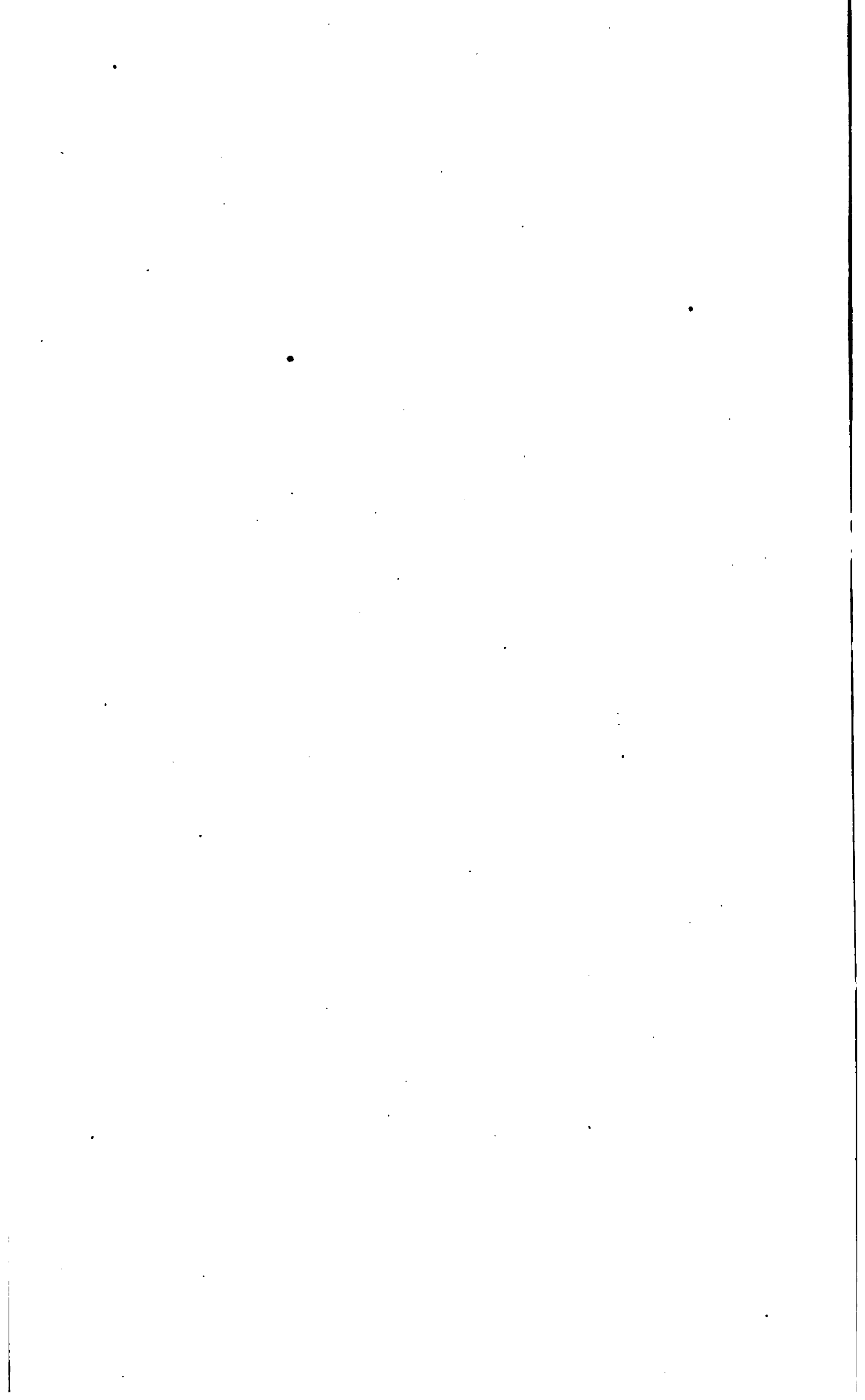
Taf. III.



Lith. u. Druck v. Fritz Meder, Marburg a. L.








QE455
M6
127213

